WYDAWNICTWO IMIENIA M. BRZEZIŃSKIEGO.

Jak zbudowane jest

Ciało człowieka

i do czego różne części ciała ludzkiego służą?

OPOWIEDZIAŁ

M. BRZEZIŃSKI.

Wydanie 6-te.
Z licznemi rysunkami.

1920.
SKŁADY GŁÓWNE:
WARSZAWA, „KSIĘGARNIA POLSKA", WARECKA 15.
POZNAŃ, M. ARCT, PLAC WOLNOŚCI 7.
WILNO, KSIĘGARNIA STOW. NAUCZYCIELSTWA POL.

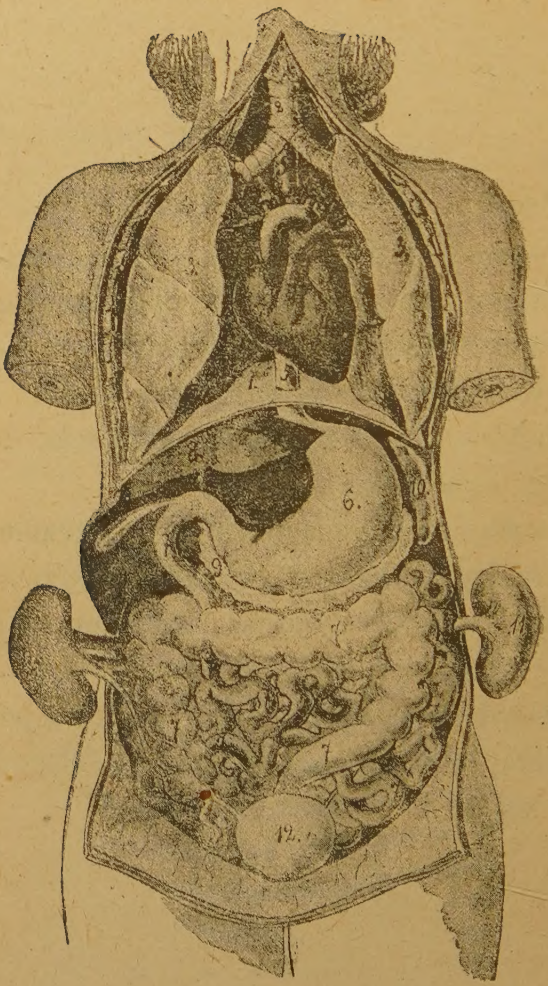
Printed in Poland

DRUK KLAMKOWSKIEGO i RAJSKIEGO
WARSZAWA, CIASNA 5 (przy Ś-to Jerskiej).

„Poznaj samego siebie!“

Muszę was uprzedzić, czytelnicy, że książka, którą wam teraz daję do ręki, nie jest wcale łatwa do czytania; nie jest też ona bynajmniej zabawna. Tym więc, którzy nie są wprawni w rozumieniu nieco trudniejszych, pouczających książek, a także tym, coby chcieli się zabawić czytaniem, radzę zamiast tej książki wziąć jaką inną.

Książka ta przeznaczona jest **wyłącznie dla ludzi dorosłych,** którzyby pragnęli rzeczywiście „poznać samych siebie“, poznać skład wewnętrzny własnego ciała, — raz dlatego, aby zaspokoić wrodzoną rozumnemu człowiekowi ciekawość, a powtóre— aby nabrać nowych wiadomości, pożytecznych dla swego zdrowia i życia.



Numerem 1 oznaczona jest przepona. № 2 — tchawica. № 3 — płuca. № 4 — serce. № 5 — przełyk. № 6 — żołądek. № 7 — kiszki. № 8 — wątroba. № 9 — trzustka. № 10 — śledziona. № 11 — nerki (wyciągnięte z pod kiszek). № 12 — pęcherz.

Wnętrze ciała ludzkiego.

Spojrzyjcie uważnie na zamieszczony tutaj obok rysunek: przedstawia on wnętrze ciała człowieka, rozkrajanego od strony brzucha.

Skóra i leżące pod nią mięso z przodu ciała są odcięte. W górnej części zostały też poprzecinane kostne żebra—i widać całe wnętrze ciała ludzkiego, czyli jamę ciała. Jama ta nie jest pusta; napełniają ją różne wnętrzności.

Przyjrzawszy się rysunkowi dokładniej, łatwo spostrzeżecie, że jama ciała składa się z dwóch wyraźnych części. Jedna z nich mieści się u góry, w piersiach, i nazywa się jamą piersiową; druga, większa, zajmuje cały brzuch — jest to jama brzuszna. Jamy te oddzielone są od siebie przegrodą, jakby błoną napół żylastą, a napół mięsną, idącą wpoprzek ciała: nazywać będziemy tę przegrodę przeponą brzuszną. *) W każdej z tych jam mieszczą się inne wnętrzności.

W jamie górnej, piersiowej, najwięcej miejsca zajmują płuca**). Podobne są one bardzo do letkich z dudami, jakie znacie naprzykład z cielęcia: tak samo są miękkie, delikatne, barwy różowej. Jest ich dwoje: prawe i lewe płuco. Za życia płuca są wydęte powietrzem, które dochodzi do nich od ust osobną rurą—tchawicą. Tę tchawicę (№ 2) widać na rysunku jako rurę grubą, złożoną z obrączek.

*) Patrz na rysunku pod numerem 1.

**) Na rysunku № 3.

Pomiędzy obu płucami, na środku jamy piersiowej, znajduje się błyszczący czerwony worek mięsny, na dolnym końcu śpiczasty: jest to **serce** (№ 4).

Z serca wychodzą liczne rury — grubsze i cieńsze. Gdyby którą z nich za świeża przeciąć, zarazby z niej krew popłynęła. Są to więc rury z krwią, czyli **rury krwionośne.**

Pod spodem zaś, pod sercem, tchawicą i płucami, idzie wzdłuż ciała jeszcze jedna rura. Zaczyna się ona od ust, przebija się przez przeponę i idzie dalej do brzucha. Za życia człowieka tą właśnie rurą przesuwały się do brzucha pokarmy, tą rurą przełykał on jedzenie; dlatego nazywa się ona **przełykiem** (№ 5).

A teraz zajrzyjmy do wnętrza brzucha, do jamy brzusznej.

Tuż pod przeponą widzimy dużą torbę, która jest jakby przedłużeniem przełyku: to **żołądek** (№ 6). Leży on wpoprzek brzucha, od strony lewej ku prawej. Z początku żołądek jest szeroki, potem trochę się zwęża, a na końcu przechodzi znów w rurę cienką, pozwijaną w brzuchu rozmaicie, a długą blisko 12 łokci. Rura ta zowie się **kiszką**, albo—jak się mówi—**kiszkami** (№ 7). W żołądku i w tej kiszce jedzenie przerabia się na pożywne dla ciała soki. Końcowa część kiszki jest grubsza, wpoprzek pofałdowana i mieści w sobie resztki strawionego pokarmu.

Prócz żołądka i kiszek w brzuchu znajdujemy jeszcze inne wnętrzności. Z prawej strony żołądka leży brunatna połyskująca **wątroba** (№ 8), złożona z kilku kawałków. Odchyliwszy dwa takie kawałki, znaleźlibyśmy przymocowany do wątroby zielonawy woreczek, napełniony bardzo gorzką cieczą: jest to **woreczek żółciowy z żółcią.**

Z lewej strony żołądka widać inny, czerwonawy kawał wnętrzności, zwany **śledzioną** (№ 10).

Pod samym żołądkiem ciągnie się blado-różowa **trzustka** (№ 9).

W głębi jamy brzusznej, pod kiszkami, leżą dwie **nerki** (cynadry) (№ 11). W nich wyrabia się **mocz.** Od każdej

nerki idzie w dół po jednej rurze: prowadzą one mocz do pęcherza (№ 12), worka leżącego w dolnej części brzucha.

Wreszcie w tejże dolnej części brzucha mieszczą się przyrządy, służące do rozrodu.

Dla lepszego spamiętania, wyliczamy jeszcze raz różne części ciała ludzkiego.

Nazewnątrz całe ciało pokrywa **skóra**.

Pod skórą wszędzie prawie czuć miękkie mięso, czyli **mięśnie**.

Pod mięśniami w całem ciele dają się namacać twarde **kości**.

Pod kościami, składającemi głowę, mieści się wewnątrz **mózg**.

W jamie ciała leżą: najpierw **przełyk, żołądek i kiszki, z wątrobą, trzustką i śledzioną**.

Potem — **serce z rurkami krwionośnemi**.

Dalej — **tchawica z dwojgiem płuc**.

W brzuchu jeszcze — **dwie nerki z pęcherzem**.

Wreszcie — **przyrządy rozrodcze**.

Rozpatrzymy te wszystkie części po kolei, starając się zrozumieć, jak są one zbudowane i w jaki sposób spełniają swoje czynności w życiu człowieka. Przytem przypomnimy od czasu do czasu, jakie najważniejsze choroby trapić mogą te różne części i jak człowiek rozumny powinien postępować, żeby — o ile się da — unikać chorób.

Zaczniemy od skóry.

Skóra ludzka.

Szkaradnie wygląda cielę obdarte ze skóry: tak samo wyglądałby człowiek, gdyby go ze skóry obedrzeć... Ale nie tylko dla ładności ta miękka, cienka powłoka otacza całe nasze ciało: utrzymuje ona w gromadzie mięso i wszystko, co jest pod niem. Skóra też ochrania delikatne wewnętrzne części ciała ludzkiego od zimna, gorąca, wiatru,

kurzu, deszczu i różnych uszkodzeń. Prócz tego skórą odczuwa człowiek wszelkie zewnętrzne dotknięcia.

Powiedzieliśmy, że skóra jest to cienka powłoka, otaczająca ciało. Naprawdę jednak skóra składa się nie z jednej powłoki, lecz z dwóch. Gdy się kto sparzy, wyskakuje mu bąbel. Jeśli ten bąbel przekłuć i zedrzeć, to pod nim nie widać odrazu mięsa, lecz drugą, czerwoną skórę. A więc człowiek ma jakby dwie skóry, przyrośnięte do siebie: jedna, cieńsza, twardsza, napół przezroczysta, leży nazewnątrz; druga, grubsza, znajduje się na samem mięsie. Zewnętrzna skóra nazywa się **naskórkiem**; a ta druga, dolna, zowie się **skórą właściwą**. Bąbel przy oparzeniu robi się z naskórka; czerwona zaś skóreczka pod nim jest skórą właściwą.

Chociaż skóra jest dość gruba, szczególniej na podeszwach, dłoniach i karku, to jednak gołem okiem niepodobna byłoby zobaczyć w niej różnych ciekawych rzeczy. Nawet okulary niewieleby tutaj pomogły.

To też ludzie uczeni robią tak: zdarłszy z trupa kawałek skóry, ścinają z niej wpoprzek ostrą brzytwą cieniutki plasterek. Potem przylepiają ten plasterek na kawałku szkła i patrzą na niego przez szkiełko powiększające, zwane drobnowidzem. Są to małe szkiełka, oszlifowane wypukło i oprawione w rurze mosiężnej.

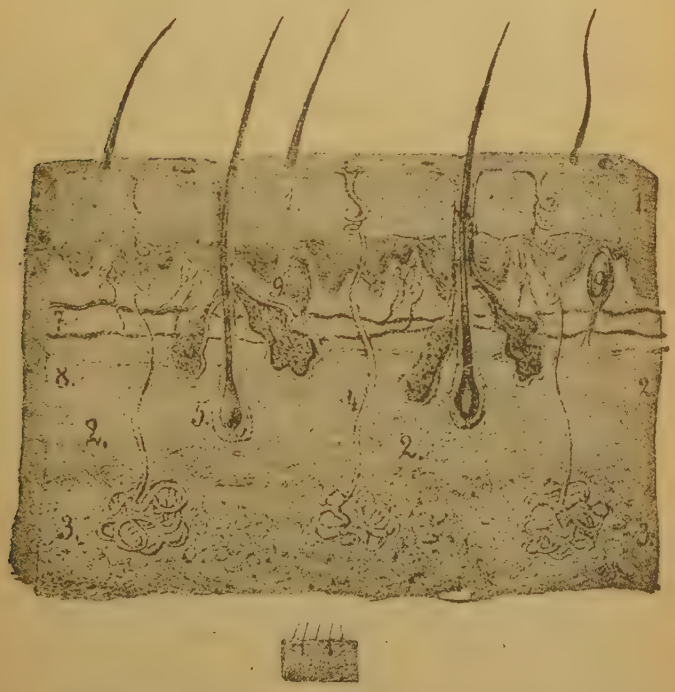
Gdy przez takie szkła powiększające patrzeć naprzykład na ziarnko maku, wydaje się ono takiem dużem, jak ziarnko grochu. Rozumie się, że wskutek owego powiększania można dojrzeć na ziarnku maku różne drobniutkie szczegóły, naprzykład wypukłości, rowki na powierzchni, których gołem okiem wcale nie widać.

Otóż, patrząc na kawałek skóry ludzkiej przez drobnowidz, można zobaczyć w niej następujące rzeczy.

Przedewszystkiem widać, że skóra składa się z dwóch powłok: naskórka i skóry właściwej.

W skórze właściwej rozchodzi się wiele cienkich białych niteczek (na rysunku na str. 9 oznaczone № 8). Każda z nich kończy się pod naskórkiem małą brodaweczką

(№ 9). Jeśli do takiej brodaweczki dotknąć czemkolwiek chociaż przez naskórek, to niteczka w brodawce uraża się i człowiek czuje to dotknięcie. Możemy więc te nitki nazwać **nitkami czuciowemi.** Wiemy z własnego doświadczenia, że gdy dotykać skóry po zdarciu bąbla, a zatem nie przez naskórek, to czuć silny ból: wtedy bowiem nitki jeszcze bardziej się urażają. Takich brodaweczek z nitkami czuciowemi człowiek ma na spodzie każdego palca kilkanaście tysięcy. Jakież więc muszą być one małe!



Maleńki kawałek skóry, rozpatrywany przez szkło powiększające.

Numerem 1 oznaczony jest naskórek. № 2 — skóra właściwa. № 3— tłuszcz podskórny. № 4—rurki potowe. № 5—korzeń włosa. № 6— woreczek z tłuszczem do smarowania włosa i skóry. № 7—rurki z krwią. № 8 — nitki czuciowe. № 9 — brodawki czuciowe.—Z paru otworków potowych występują kropelki potu. — U spodu ten sam kawałek skóry, rozpatrywany bez pomocy szkła powiększającego.

Dalej, w skórze widzimy tu i ówdzie cieniutkie **rurki napełnione krwią** (№ 7): to też skóra właściwa ma barwę czerwoną. W górnej skórze, czyli naskórku, niema rurek z krwią. Można więc przebijać naskórek igłą, a krew nie płynie; ale jak tylko przekłuć dolną skórę, zaraz się krew sączy.

Prócz wymienionych znajdują się w skórze inne rurki, poskręcane u dołu w kłębuszki; każda z nich kończy się otworkiem na powierzchni naskórka. Są to bardzo ważne rurki: w nich wyrabia się **pot** i wychodzi niemi na wierzch ciała. Są to więc **rurki potowe** (№ 4). W całej skórze jest ich parę miljonów.

U samego spodu, już między skórą a mięsem, leży żółtawy **tłuszcz** (№ 3). U osób chudych jest go niewiele; u tłuściochów pod skórą jest wcale gruba słonina. W chorobie, głodzie, albo wprost na starość u wielu ludzi ten tłuszcz wchodzi w krew, znika; wtedy skóra, która przedtem była gładka, jakby wypchana, zapada się i marszczy.

Dlatego to po ciężkiej chorobie nieraz zdaje się, że człowiek młody postarzał.

Z kolei zapoznajmy się bliżej z naskórkiem. Jak już wiemy, leży on na wierzchu skóry, przyrośnięty do niej w zupełności. Jest on znacznie cieńszy od samej skóry, ale zato twardszy. Tak też być powinno, bo naskórek musi ochraniać skórę właściwą z jej rurkami potowemi, nitkami czuciowemi i rurkami z krwią. Wreszcie przez szkło powiększające można dojrzeć w naskórku drobne ziarneczka. Są one barwy rozmaitej. U ludzi, mających skórę białą, nieopaloną, w naskórku niema prawie wcale ziarneczek: jest on bez barwy. Że zaś przez naskórek prześwieca czerwona skóra właściwa, dlatego to barwa skóry ludzkiej wydaje się zwykle różową, czyli cielistą.

U ludzi śniadych lub opalonych przez słońce na twarzy, szyi, rękach i piersiach są w naskórku małe brunatne ziarneczka.

U ludzi ze skórą żółtą, naprzykład u Chińczyków, Tatarów, ziarneczka w naskórku są żółte.

U Indjan czerwonoskórych, mieszkających w Ameryce, te ziarnka są czerwono-brunatne.

U murzynów, mających skórę czarną, jakby była sadzą wysmarowana, ziarneczka w naskórku są czarne.

Widzimy z tego, że barwa skóry człowieka zależy od drobnych ziarneczek, mieszczących się w naskórku.

Chociaż naskórek jest dosyć twardy, to jednak ściera się potrochu i maleńkiemi łuskami odpada. Najwięcej zbiera się tych łusek na głowie, pod włosami; tam tworzą one wraz z tłuszczem łupież, który powinno się starannie wyczesywać. Lecz, ścierając się na wierzchu, naskórek narasta nieustannie od spodu. Nawet jak go w jakiem miejscu zupełnie zedrzeć, to potem tworzy się tam nowy naskórek, z początku cienki, miękki, a później taki, jak był. Właśnie przy oparzeniu albo postawieniu wezykatorji *) bąbel pęka, naskórek złazi, po nim tworzy się nowy naskórek—i potem ani znaku, gdzie był bąbel.

Na całem ciele naskórek jest dosyć cienki; tylko na podeszwach grubieje znacznie. Tak samo grubieje w każdem miejscu ciała, które często uciskamy albo ścieramy. Porównajmy mięciutką, delikatną dłoń człowieka, który nic nie robi rękami, z dłonią kowala, stolarza albo rolnika, którzy muszą pracą rąk zarabiać na kawałek chleba. Dłoń tych ostatnich jest twarda, jakby odciskami pokryta. Tak samo podeszwa ludzi przywykłych chodzić boso ma naskórek bardzo gruby. Również od ciasnych butów naskórek na zgięciach palców nóg narasta, grubieje — i tworzą się bolesne nagniotki, czyli odciski. Czasem — ale to bardzo rzadko — powstaje gdziebądź na skórze, naprzykład na środku czoła, niewiadomo z czego, twardy odcisk; rośnie, przedłuża się i potem wygląda jakby róg. Dawniej człowiek z podobnym rogiem byłby uważany za półdjabła, opowiadanoby o nim tysiące bajek. Dziś pojmujemy, że

*) Wezykatorja—plaster z apteki, pod którym naciąga na skórze bąbel, napełniony wodnistą cieczą.

taki róg jest poprostu odciskiem, jest ułomnością, trzeba przyznać — bardzo nieprzyjemną.

Na kilku miejscach skóry wyrastają mniej lub więcej długie włosy. A nawet cała skóra, prócz dłoni i podeszew, porośnięta jest włosami. Ponieważ jednak włosy te są zwykle małe, jasne, więc widać je dopiero spojrzawszy pod światło. Zdarza się wszakże czasem, że ów puszek skórny rozrasta się w długie włosy: wtedy człowiek wygląda jak zwierzę, cały obrośnięty. Tacy obrośnięci ludzie pokazują się niekiedy po świecie za pieniądze.

Każdy włos ma na skórze swój dołek, z którego wyrasta ku górze. Jeśli wyrwać włos, to na jego końcu widać zgrubienie, niby korzeń włosa. Tym korzeniem przyrasta włos do dna owego dołka (na rys. № 5); od korzenia też włos rośnie nieustannie, gdy tymczasem na zewnętrznym końcu strzępi się lub ściera. Na brodzie i na głowie włosy prędzej rosną od korzenia, niż ścierają się na końcu: to też co pewien czas trzeba je obcinać.

Włosy suche łatwo się kruszą. Żeby się więc nie łamały, każdy włos posiada w skórze maleńki woreczek, z którego sączy się tłuszcz, spływa na włos i smaruje go. Woreczki takie, choć mniejsze, są na całej skórze. Tłuszcz ich dodaje skórze sprężystości i zabezpiecza ją od pękania. Od owego tłuszczu włosy zwykle mają połysk, chociaż ich niczem nie smarować. A przyznać trzeba, że smarowanie włosów słoniną, sadłem czy jaką pomadą zupełnie jest niepotrzebne i pomaga tylko do tego, żeby więcej kurzu i brudu nabiło się w czuprynę. Najzdrowiej dla włosów czesać je rzadkim i gęstym grzebieniem, chociażby dwa razy dziennie — rano i wieczorem; przytem często zmywać je zimną wodą.

Z powodu włosów nasuwa się nam tutaj następująca uwaga. Dziwna rzecz, jak u nas, szczególnie po wsiach, ludzie mało dbają o czystość głowy. Jeszcze kobiety i dziewczęta podrapią się trochę codzień grzebieniem, ale mężczyźni używają często grzebienia tylko od święta — w nie-

dzielę. To też u żadnego chyba oświeconego narodu na świecie niema we włosach takiego paskudnego robactwa, jak u nas. Dzieci czy też dorośli, mający głowę zawszoną, budzą wstręt i odrazę w każdym porządniejszym człowieku; każdy się nim brzydzi. Kto ma głowę zawszoną, tego wciąż robactwo gryzie, ten się wciąż drapie i rozrania sobie skórę. A przecież przez rozranioną skórę mogą się łatwo dostać do krwi zarazki różnych chorób. To też bardzo zawszone dzieci zwykle miewają popuchnięte gruczoły na szyi — **skrofuły**. Właśnie w ostatniej wojnie, która się na naszej ziemi srożyła, przekonali się uczeni jak najdokładniej, że gorączka powrotna i jedna z najstraszniejszych zaraz — **tyfus plamisty** — **szerzy się przedewszystkiem przez wszy**. Nigdzie też nie słychać o obrzydliwym kołtunie, który uczeni nazywają **kołtunem** polskim, jakby na wyśmianie naszego niechlujstwa Bo **kołtun** — jak się przekonali uczeni doktorzy—**jest to choroba, powstająca tylko przy nieporządnem utrzymywaniu głowy**, choroba tem obrzydliwsza, że ją ludzie ciemni otaczają jakąś opieką i nie dają jej niszczyć. Tak naprzykład mówią, że kołtuna nie można obcinać, bo człowiek oślepnie, albo go powykręca, zepsuje mu nogi — i tym podobnie. Albo znów w różnych chorobach umyślnie robią zamawiania, noszą czarną wełnę pod pończochą, myśląc, że od tego kołtun się zwinie. „Bo wtedy — mówią — choroba przepadnie“... Wszystko to są niemądre bajki, przez które tylko utrzymują się kołtuniarze i chodzą z obrzydliwemi strąkami na głowie, jak żydowskie konie. Ciekawa rzecz, dlaczego to u ludzi zamożnych kołtuna prawie nie bywa? Bo oni utrzymują zwykle włosy czysto, myją je często, czeszą po parę razy dziennie, a jakby się pomimo to kołtun zaczął pokazywać, to go ucinają i koniec.

Włosy ludzkie posiadają różną barwę, która pochodzi od drobniutkich ziarneczek, mieszczących się wewnątrz włosa. Na starość ziarneczka giną i włosy stają się białemi — siwieją. Niekiedy siwieją włosy i zamłodu ze zmartwień lub choroby.

U wielu ludzi w wieku późniejszym włosy wypadają

z głowy, bądź z osłabienia skóry albo z jakiej choroby, naprzykład po tyfusie, po połogu u kobiet, bądź też wypadają skutkiem tego, że w skórze zagnieżdża się szczególna pleśń, która włosy całkiem niszczy.

Jak włosy na głowie, tak na końcach palców wyrastają płaskie blaszki rogowe—paznogcie. Są to jakby duże, płaskie włosy; nawet rosną one podobnie jak włosy, od podstawy, a na końcu muszą być obcinane. W jednym kraju azjatyckim bogaci próżniacy nie obcinają sobie paznogci i chronią je od złamania: to też wyrastają im one na cal i więcej.

Pamiętamy, że w skórze znajdują się miljony drobniutkich rureczek, z których wydobywa się pot. Pot wychodzi nie tylko wówczas, gdy człowiek jest spocony, gdy na skórze jego wiszą duże krople potu: pocimy się nieustannie, lecz wychodzące kropelki są bardzo małe, a więc niewidzialne. W tem miejscu nie będziemy jeszcze tłuma czyli, dlaczego pocenie się jest niezbędne dla zdrowia. Tak jednak jest z pewnością. Gdy więc otworki potowe są zatkane i pot nie może wychodzić jak się należy, człowiek nie może być zupełnie zdrów. — A cóż może zatkać otworki potowe? Najwięcej brud. Brud powstaje z tłuszczu i kurzu, który osiada na skórze. Żeby zatem być zdrowym, należy się pozbywać brudu ze skóry, należy utrzymywać zawsze skórę w największej czystości. Jedynym zaś na to sposobem jest obmywanie wodą skóry, całej skóry, nie tylko rąk i twarzy, jak się to zwykle dzieje... A więc latem każdy powinien się kąpać choćby codzień, a przynajmniej 2 razy na tydzień, w rzece lub innej wodzie, byle czystej, niezepsutej; w zimie zaś powinien co jakiś czas wykąpać się cały w wodzie ciepłej. W miastach są pourządzane do tego wanny, kadzie podłużne, w których można użyć kąpieli, oraz natryski — metalowe sitka, przez których otworki spada ciepła lub chłodna woda, niby deszcz, na stojącego pod sitkiem człowieka. Na wsi można zastąpić wannę czystą beczką lub kadzią, napełnioną do po-

łowy ciepłą wodą. W wielu krajach zamiast wanny używają kąpieli w łaźni parowej. Jest to niewielka izba z piecem, na którym rozgrzewają mocno kamienie, potem na te kamienie leją wodę. Od wielkiego gorąca woda zamienia się w parę, która napełnia całą izbę. Jak człowiek rozebrany wejdzie do takiej izby, gorąca para obejmuje go zewsząd, rozmiękcza skórę, odwilża brud, który wtedy z łatwością schodzi przy obmyciu ciepłą wodą z mydłem. I taka kąpiel jest dobra; trzeba tylko być ostrożnym, żeby się nie zaziębić po wyjściu z łaźni. W tym celu druga izba, w której się rozbierają i ubierają, powinna być także ogrzana. Jest to wielka szkoda, że u nas po wsiach niema łaźni parowych.

Świerzbowiec znacznie powiększony.

Wogóle zaś bardzo to źle i nierozumnie, że ludzie mało dbają o czystość skóry. Sąsiedzi nasi wyśmiewają się z Polaków, że się kochają w brudzie.

Prócz kąpieli, dla uniknięcia brudu, należy często zmieniać bieliznę: koszulę i majtki, noszone na gołem ciele, należy zmieniać najmniej raz na tydzień.

Oczywista, że taka czystość skóry zabezpieczy też ciało od obrzydliwego robactwa, jakie czepiać się zwykło brudasów.

Są małe pajączki, prawie niewidzialne bez szkieł powiększających, zwane **świerzbowcami.** Przekłuwają one naskórek i żłobią w nim korytarzyki, w których się gnież-

dżą, wywołując najokropniejsze swędzenie, zwane świerzbą. Te świerzbowce są tem nieznośniejsze, że z łatwością przedostają się na skórę innych ludzi i u nich też świerzbę wywołują. Dlatego to świerzba jest chorobą zaraźliwą. Świerzbowatego powinno się wystrzegać, nie sypiać z nim razem, za ręce go nie brać; niech się pierwej wyleczy, myjąc skórę dobrze szarem mydłem. Gdyby zaś i to nie pomagało, niech pyta o radę doktora.

Skóra posiada jeszcze jedną ważną właściwość: oto w niektórych chorobach często i skóra podlega słabości, powstają na niej różne krosty i plamy. Tak bywa naprzykład w odrze, ospie, szkarlatynie, tyfusie i innych chorobach zaraźliwych. Zaraźliwemi zaś nazywamy takie choroby, które jednocześnie napadają wiele ludzi i z łatwością od jednych do drugich się przenoszą.

Długo nie wiedzieli nawet najuczeńsi doktorzy, dlaczego te choroby są zaraźliwe. Teraz już wiedzą: oto choroby takie spadają na ludzi z powietrza, podobnie jak pleśń, rdza i śnieć na zboże—w postaci maleńkich, niedojrzanych gołem okiem pyłeczków. Albo też rozchodzą się one z wodą i pokarmami. Owe pyłki czyli nasionka, dostawszy się do krwi ludzkiej, rozradzają się w niej, żywią się krwią i zatruwają ją, przyprawiając tem człowieka o chorobę lub śmierć. Kto pierwszy raz o tem słyszy, wydaje mu się niezmiernie dziwnem i niepodobnem do wiary, żeby takie choroby, jak odra, ospa, szkarlatyna, suchoty, tyfus, cholera, powstawały z jakichś tam nasionek, jakby z pleśni. Ale o tem przekonali się z pewnością uczeni doktorzy. Naprzykład wiadomo, skąd się bierze cholera. W jednej okolicy Azji są ogromne błota ze zgniłą wodą. W tej wodzie wylęgają się właśnie drobniutkie, widzialne tylko przez mocno powiększające szkło nasionka, sprowadzające cholerę. Jeśli takie nasionka z wodą lub jakim pokarmem dostaną się do krwi, sprowadzają chorobę. Rozumie się, nie każdy, kto połknie te nasionka, zaraz choruje i umiera: tak samo, jak nie każde źdźbło pszenicy choruje i usycha od choroby zwanej rdzą. Na dziesięć

zarazi się i zachoruje jedno. Ale zato, gdy się zjawią w powietrzu lub w wodzie nasionka, wywołujące jaką chorobę, to z pewnością w całej wsi, w całej okolicy wielu ludzi będzie jednakowo na tę samą chorobę słabowało. Nieraz choroba zaraźliwa przenosi się od wsi do wsi, od miasta do miasta, z kraju do kraju, mordując ludzi. Zupełnie jak rdza na pszenicy albo zaraza na kartoflach przenosi się z pola na pole, coraz dalej. Bywały wypadki, że zaraza mór (powietrze morowe) wyludniała całe okolice. A wszystko zapomocą tych zaraźliwych nasionek.

Otóż w taki sam sposób, jak cholera, mór, napadają też na ludzi: ospa, odra, szkarlatyna, krup, dyfteryt (krosty w gardle), biegunka krwawa, tyfus i suchoty, czyli gruźlica *).

Tymczasem pomówimy tylko o tych chorobach, w których występują krosty i plamy na skórze, a więc: o ospie, szkarlatynie, odrze i tyfusie. Trzeba wiedzieć, że właśnie w owych krostach na skórze najwięcej wydostaje się z ciała nasionek, czyli zarazków tych chorób. Gdzie się one podziewają? Rozlatują się dokoła po powietrzu i zarażają innych ludzi; część zaś ich zostaje w bieliźnie, pościeli i ubraniu chorego. Ileż to razy zarażają temi strasznemi chorobami siebie lub swoje dzieci ludzie, którzy zabierają bieliznę i pościel po nieboszczykach, zmarłych na szkarlatynę, ospę i tym podobne krosty! Za chciwość lub niewiadomość płacą zdrowiem, a nieraz życiem... Tymczasem takie rzeczy, w które się ubierał nieboszczyk podczas choroby zaraźliwej, powinny być spalone ze szczętem, a co najmniej, wygotowane w bardzo gorącym ługu.

Z tego, co powiedziano wyżej, łatwo zrozumieć, dlaczego bardzo szkodliwe dla zdrowia i niebezpieczne jest odwiedzanie chorych, puszczanie dzieci do izby, gdzie jest kto chory na krosty. Dziecko chorujące na krosty powinno być oddzielone od innych, — bo inaczej zarazki choroby z łatwością przedostaną się na zdrowe dzieci i nabawią je

*) O chorobach zaraźliwych częściej u nas spotykanych znajdziecie w osobnych książeczkach (patrz spis na okładce).

tych samych krost. Choroby z krostami są wogóle bardzo ciężkie i niebezpieczne, szczególnie dla dzieci, tak że leczyć je może tylko uczony doktór, znający się dobrze na rzeczy. Doktór więc powinien dokładnie objaśnić, jak się należy zachowywać z chorym, żeby nie tylko on sam wyzdrowiał, ale także żeby zaraza od niego nie rozchodziła się po innych ludziach.

Na szczęście, uczeni doktorzy wynaleźli niezawodny sposób uchronienia się przynajmniej od jednej z tych zaraźliwych, a często i strasznych chorób, mianowicie od ospy. Sposób ten polega na **szczepieniu ospy**. Kto chce dokładnie zrozumieć, w jaki sposób szczepienie ospy może od niej na przyszłość człowieka uchronić, niech przeczyta o tem książeczkę pod nazwą: „Co to jest ospa i jak się od niej uchronić?“ przez doktora A. Puławskiego. Ja tylko to powiem, że ludzie mający zaszczepioną ospę albo wcale nie zapadają, albo też—jeśli nawet dostaną ospy pomimo szczepienia—to bywa ona łagodną i nie śmiertelną.

Wspomnieliśmy wyżej, że po kąpieli należy się wystrzegać zaziębienia. Ale nie tylko po kąpieli: wogóle człowiek powinien pamiętać, że zimno najpierw obejmuje skórę, a z zaziębienia skóry mogą powstawać różne choroby wewnątrz człowieka. Trzeba więc zawsze chronić przede wszystkiem skórę od zaziębienia. Zwierzęta są lepiej zaopatrzone przed zimnem, niż ludzie: mają na skórze włosy, pióra, łuski. My, ludzie, szczególnie mieszkańcy krajów chłodniejszych, nie posiadając przyrodzonej ochrony, robimy sobie odzienie, ubranie. Otóż ubranie nasze stosować się winno do pory roku: w zimniejszym czasie powinno być grubsze, nie przepuszczające do ciała zimnego powietrza, w porze cieplejszej powinno być lekkie i przewiewne. Dzicy mieszkańcy krajów, gdzie przez cały rok jest bardzo gorąco, chodzą zawsze nago, co najwyżej na biodrach noszą krótkie fartuszki i przepaski.

O kościach, czyli szkielecie.

W ciele ludzkiem znajduje się, licząc w to i zęby, około 250 kości. One to stanowią twardą podporę ciała: gdyby nie było kości, ciało nasze musiałoby opaść ku dołowi, zwaliłoby się w jedną rozlazłą masę.

Prócz tego kości tworzą ochronę dla delikatnych części wewnętrznych. Kości głowy ochraniają mózg, który jest miękki i bez dobrej osłony z byle czego mógłby się popsuć. Kostne żebra otaczają dokoła jamę piersiową i bronią od uderzenia serce i płuca, których uszkodzenie sprowadzić może śmierć.

Później przekonamy się jeszcze, że bez kości człowiek nie mógłby się dobrze i szybko poruszać: ruchy jego byłyby takie, jak ślimaka, który ledwo może pełzać po ziemi.

Każdy pojmuje, że owe 250 kości i kosteczek nie mogą być porozrzucane w ciele bez żadnego ładu. Istotnie, każda kość ma swoje stałe miejsce w ciele i spełnia odrębną czynność. Przytem jedne kości z drugiemi albo zrastają się na stałe albo też przylegają tylko do siebie, tak że jedna przy drugiej może się mniej lub więcej swobodnie poruszać.

Takie ruchome zestawienie dwóch kości nazywać będziemy **stawem.**

Rysunek na str. 20 przedstawia kości ludzkie w takiem położeniu, jak są one naprawdę w człowieku. Niejednemu ten rysunek przypomni może owego strasznego kościotrupa, ową śmierć ostrokościstą, co to ma chodzić po świecie z kosą i ludzi życia pozbawiać. W takiej bowiem postaci malarze przedstawiali śmierć na swych obrazach; tak dziś jeszcze opisują ją bajki i wyobrażają sobie ludzie nieoświeceni. My jednak nie będziemy wierzyli bajkom i śmiało przypatrzymy się temu kościotrupowi, czyli **szkieletowi** człowieka.

Dla łatwiejszego rozpatrzenia, podzielimy go sobie na następujące części:

Kości tworzące głowę.

Kość pacierzowa, czyli kręgosłup, który można wyczuć, ciągnąc ręką z tyłu od głowy przez szyję i grzbiet.

Żebra, na których opierają się z tyłu dwie łopatki z kośćmi rąk.

Szkielet człowieka.

U góry czaszka i twarz z dwoma oczodołami, dwoma otworami nosa i ustami. — Niżej kręgosłup. — Poniżej szyi widać klatkę piersiową, żebra, mostek i obojczyki. Z obojczykami zestawione są łopatki, a niżej kości rąk. — Obydwie zaś nogi zestawione są z miednicą.

Biodra, czyli miednica, do której przyczepione są kości nóg.

Rozpatrzmy głowę ludzką, tę najważniejszą i najszlachetniejszą część ciała. Jest ona mniej więcej kulista i składa się z dwóch części: czaszki z tyłu i twarzy z przodu.

Czaszka składa się z 8 kości, zestawionych z sobą nieruchomo zapomocą zazębień, jakby trybów, wchodzących od jednej kości w brzeg drugiej. Razem tworzą one mocną skrzynkę kostną, zawierającą wewnątrz mózg. Z tyłu czaszki ku spodowi znajduje się duży otwór, przez który mózg przechodzi z głowy do wnętrza kości pacierzowej.

Z boku tego otworu są dwa wypukłe, gładkie guzy, zapomocą których głowa opiera się na szyi i ślizgać się może na niej z góry na dół.

Z obu stron czaszki znajdują się otwory, prowadzące do wnętrza uszu, mieszczących się w kościach czaszki.

Twarz zbudowana jest także z 8 kości. Z nich dwie: szczęka górna i dolna, posiadają każda po 16 zębów. W kościach twarzowych znajduje się kilka zagłębień: dwa **doły oczne** (oczodoły) na pomieszczenie oczu; **jama nosowa**, podzielona na dwie połówki; z przodu zaś jest **jama ustna**, w której mieści się język.

Kość pacierzowa leży wzdłuż tułowia, z tyłu. Jest to kość bardzo ważna. Na niej opiera się głowa; ona utrzymuje w prostem położeniu całe ciało; do niej wreszcie przyczepiają się zapomocą innych kości ręce i nogi.

Kość pacierzowa nie jest pojedyńczą: składa się ona z 33 krótkich kości, ułożonych jedna nad drugą. Te krótkie, do krążków, a raczej do pierścieni podobne kości nazywają się **kręgami**: stąd też cała kość pacierzowa zowie się inaczej **kręgosłupem**—jakby słupem złożonym z kręgów.

Kręgi są pozrastane ze sobą tak, że mogą jeden na drugim pochylać się nieco naprzód, w tył lub w bok. Gdyby kręgi nie mogły się nieco odchylać jeden od drugiego, to cały kręgosłup stanowiłby jedną nieruchomą kość—i człowiek nie mógłby się wyginać na wszystkie strony.

Dobrze byłoby, żebyście obejrzeli zestawienie kręgów naprzykład u cielaka, albo u wieprza zabitego. Wtedy zobaczylibyście jeszcze jedno: przez ułożenie kręgów jednego nad drugim tworzy się kanał, w którym znajduje się miękki biały sznurek, gruby na palec; sznurek ten odchodzi od mózgu i nazywa się mleczem pacierzowym.

Kręgów mamy 33, niekiedy 32 lub 34. Z nich 7 górnych stanowi szkielet szyi. Na pierwszym kręgu szyjowym opiera się ruchomo głowa.

12 niżej szyi leżących kręgów tworzy plecy. Do każdego z nich przyczepia się z boków para długich, zgiętych jak sierp kości— żeber. Jest więc żeber 12 par. Żebra na przodzie piersi dochodzą do płaskiej, podłużnej kości, zwanej deką piersiową, deską piersiową — albo mostkiem. Żebra razem z mostkiem i kręgami plecowemi tworzą klatkę piersiową, jakby kostny koszyk, wewnątrz którego mieszczą się płuca i serce.

5 kręgów poniżej pleców tworzy krzyż. Za niemi jest znowu 5 kręgów, zrośniętych razem w jedną mocną kość krzyżową. U spodu do tej kości krzyżowej przyrastają 2 lub 3 małe kręgi, dające u człowieka malutki ogonek.

Oto jest tedy cały kręgosłup. Co się zaś tyczy rąk i nóg, to kości ich wyglądają tak:

Ręka przymocowana jest do tułowia zapomocą dwóch kości. Z tyłu na żebrach leży kość płaska, jak łopata: nazywa się ona łopatką. Z przodu od mostka piersiowego idzie obojczyk, który drugim końcem opiera się na łopatce. Obojczyki łatwo namacać u siebie z przodu tam, gdzie jest podstawa szyi; łopatki zaś, szczególniej u ludzi chudych, wystają z tyłu po obu bokach pleców.

Każda łopatka ma na swym grubym końcu płytki, okrągły dołek, w który wchodzi górna kość ręki, zwana ramieniem. Ramię przymocowane jest do łopatki najpierw zapomocą kawałków mięsa, które przyrastają jednym końcem do łopatki, a drugim do kości ramieniowej. Prócz

tego od brzegu dołka łopatki do końca kości ramienia przyrośnięte są żylaste błony, które te dwie kości mocno ze sobą wiążą: stąd nawet nazywają się te żylaste sznurki i błony **więzadłami.** Więzadła nie przeszkadzają poruszaniu się jednej kości na drugiej, ale nie pozwalają im rozłączać się. Wszystkie kości szkieletu połączone są ze sobą zapomocą licznych więzadeł.

Dołek łopatki jest wewnątrz bardzo gładki; również gładkim jest zaokrąglony, pokryty zlekka chrząstką koniec ramienia. Za życia znajduje się nawet zawsze w dołku nieco śliskiego, wodnistego płynu, jakby smarówki. Nic więc dziwnego, że ramię może się doskonale wykręcać na wszystkie strony w owym dołku łopatki.

Wiemy już, że takie połączenie dwóch kości, gdy mogą one poruszać się swobodnie jedna przy drugiej, nazywa się zestawieniem, czyli **stawem.** Wszystkie prawie miejsca ciała, gdzie się odbywa zginanie, jak kolano, łokieć, palce, połączenie głowy z szyją, mają stawy, urządzone podobnie jak w ramieniu.

Do dolnego końca ramienia, tutaj, gdzie mamy łokieć, przyczepiają się dwie kości, tworzące razem **przedramię** Jedna z nich może się u dołu nakręcać nakrzyż na drugą; więc człowiek może, nie ruszając wcale ramieniem, wykręcić swą dłoń do góry lub na dół (patrz na rysunku rękę lewą).

Do przedramienia przymocowanych jest kilka małych kostek, zwanych **napięstkiem.** Są one zestawione z przedramieniem dość luźno, tak że ręka może się w tem miejscu swobodnie zginać.

Z napięstkiem łączy się 5 kostek podłużnych, ułożonych koło siebie: z nich powstaje **dłoń.**

Do każdej zaś kostki dłoni przylegają **kości palców,** po 3 jedna za drugą; tylko wielki palec ma dwie kości, ale zato większe, niż u pozostałych.

Jak ręka przyczepia się za pośrednictwem łopatki, tak noga—zapomocą **kości biodrowej.** Tylko że kość biodro-

wa przyrasta znowu do kości krzyżowej kręgosłupa. Przytem obie kości biodrowe prawej i lewej nogi zrastają się ze sobą na przodzie i dają razem dużą kość, podobną nieco do miski, miednicy—i stąd zwaną **miednicą**. Łatwo zrozumieć, dlaczego kości biodrowe muszą być mocno, na stałe przymocowane do kręgosłupa: przecież do nich przyczepiają się nogi, a na nogach opiera się ciężar całego ciała. Muszą więc nogi mieć mocne, stałe oparcie.

Miednica też niedarmo jest kością mocną i szeroką, na niej bowiem opierają się wnętrzności brzucha.

Miednica mężczyzny jest węższa, niż kobiety, u kobiet dolne wyjście z miednicy bywa szerokie, tamtędy bowiem przechodzić musi dziecko przy rodzeniu.

Z obu boków miednicy w kościach biodrowych znajduje się po jednem zagłębieniu, podobnem jak w łopatce; w to zagłębienie wstawiona jest **kość udowa** nogi swoją okrągłą, w bok odstającą główką. I tutaj tworzy się staw ruchomy, lecz nie tak swobodny, jak w ramieniu; nogi w tem miejscu nie można tak swobodnie wykręcać na wszystkie strony, jak rękę w stawie ramienia.

Z kością udową łączą się u dołu dwie **kości goleniowe**. W miejscu tem leży z przodu mała, półokrągła kość, zwana **jabłkiem**: tutaj właśnie jest **kolano**. Potem idą małe kości, tworzące **śródstopie z piętą**; dalej pięć kości **stopy** i kości **palców**, zbudowanych podobnie jak u ręki.

Szkielet małego dziecka jest nieco odmienny, niż człowieka dorosłego. Kości są wprawdzie te same; ale wiele z nich składa się początkowo z dwóch, trzech części, potem się dopiero zrastają. Prócz tego kości dziecka są miększe, podobniejsze do chrząstki. Bo też każda kość ludzka powstaje początkowo z **chrząstki**, a potem dopiero twardnieje na kość prawdziwą.

U dziecka nowonarodzonego szczególniej miękkie są kości głowy, a nawet nie są one pozrastane ze sobą. W paru miejscach na czaszce dziecka niema wcale kości, lecz delikatne błony **ciemiączka**. To też w pierwszych miesiącach życia dziecka trzeba je strzec od najmniejszego uderzenia

w główkę, od wszelkiego ściskania, krępowania głowy, bo od tego można popsuć dziecku mózg—i albo je przyprawić o chorobę lub śmierć, albo uczynić kaleką nierozumnym na całe życie.

Zdarza się niekiedy u dzieci ciężka choroba, zwana **wodogłowiem.** Taka dziecina ma czaszkę ogromną, jakby rozsadzoną. A to stąd, że pod kośćmi, w głębi mózgu, zbiera się płyn wodnisty i rozsadza kości, nie pozwalając im się zrosnąć. Dzieci takie są nieszczęśliwemi kalekami, zwykle są bardzo głupie i najczęściej młodo umierają.

Nieraz znów widzieć się daje dziecko dwuletnie lub trzyletnie z nóżkami wygiętemi w pałąk. Pochodzi to stąd że kości nóg takiego dziecka są zbyt miękkie, słabe, nie mogą więc dobrze podtrzymywać ciała i wyginają się pod jego ciężarem. Przyczyną tej krzywizny nóg, czyli **choroby angielskiej,** jest albo przyrodzona słabość dziecka, albo — co najczęściej bywa—złe żywienie dziecka. Dzieci rodziców zdrowych, przytem zamożnych, dobrze karmione, jedzące dużo mleka i mięsa, mieszkające w suchem, zdrowem pomieszkaniu, rzadko miewają krzywe nogi. Z wiekiem kości takiego koślawego dziecka mogą nabrać twardości i wyprostować się; ale czasem — jeśli nie zaradzić złemu dobrem żywieniem dziecka — zostaje taki koślawiec na całe życie, a może i umrzeć z tej choroby Tymczasem doktorzy umieją bardzo dobrze leczyć chorobę angielską u dzieci, byle się wcześnie poradzić. Szczególniej niebezpieczną jest ta choroba dla dziewcząt: wyszedłszy za mąż, zwykle bardzo trudno odbywają one poród, bo najczęściej mają zwężoną miednicę.

Z miękkości szkieletu zamłodu pochodzą te różne skrzywienia kręgosłupa, znane pod nazwą **garbów.** Przykra to rzecz być garbatym, a szczególniej dla gospodarza, który musi być zręczny do wszelkiej roboty.

Bywają garby z tyłu, z przodu, zdarza się garb i z boku. A wszystko to zaczyna się od małego, początkowo nieznacznego skrzywienia kręgosłupa. Wiadomo, że jeśli się poradzić doktora wcześnie, jak tylko się pokaże maleń-

kie skrzywienie, to doktór bardzo często może dziecko z garbu wyleczyć. Nie trzeba tylko nigdy zwlekać z poradzeniem się; potem może być za późno.

Wiele jeszcze innych chorób i przypadłości trapi kości ludzkie. Najpierw — łatwo kość złamać. Złamie kto naprzykład kość udową czy inną w nodze, wtedy natychmiast trzeba zawołać doktora lub felczera. Doktór nogę opatrzy, złamane kości zestawi napowrót delikatnie, jak były; potem nogę owinie bandażem, weźmie ją w łupki drewniane, albo całą zaleje gipsem; a tak, przy spokojnem leżeniu, mogą się złamane kawałki kości zrosnąć.

Rzadziej, niż złamanie, zdarza się wywichnięcie ręki lub nogi. Przy zwichnięciu kość wyskakuje ze swego miejsca, ze stawu, przyczem nadrywają się więzadła i inne miękkie części. Ból bywa nieraz okropny, miejsce chore puchnie, ruszać się nie można: trzeba się leczyć. W takich razach po wsiach wołają najczęściej jakiego słynnego owczarza albo innego silnego chłopa, żeby chorą rękę lub nogę naprawił, czyli naciągnął... No, widziałem ja na własne oczy skutki takiego naciągania. Jak owczarz szarpnął choremu rękę, jak ją wykręcił,— tak trzasło coś, porwało się, aż chory zemdlał. Owczarz wziął pół rubla. Tymczasem choremu zrobiło się gorzej, ręka spuchła, zaczęła czernieć. Wtedy dopiero ze strachu zawezwano doktora: a tu okazało się, że już jest gangrena, psucie się ręki, że trzeba ją odciąć. Potem chodził ten biedak po świecie z jedną lewą ręką i chleba prosił po owem naciąganiu... Pamiętajcie! zwichniętą rękę lub nogę nastawiać powinien tylko doktór, a gdy niema doktora, to dobry felczer.

Z innych chorób kości wspominamy próchnienie kości, zapalenie błony otaczającej każdą kość, strzykania i darcia w kościach lub stawach. Jedne z tych chorób powstają ze stłuczenia, a inne od mieszkania w wilgotnych izbach lub w błotnistej, niezdrowej okolicy, od sypiania na gołej, mokrej ziemi, od ciągłej pracy w wilgotnych fabrykach, jak: cukrownie, gorzelnie i tym podobnie.

Z chorób tych szczególniej dokuczliwy jest **reumatyzm**, czyli **gościec w stawach**: w chorobie tej człowiek dostaje gorączki, puchną mu kolana, łokcie, ramiona, dokucza ból nieznośny. Powstaje gościec najwięcej z wilgoci; stąd cierpią nań często flisacy, spławiający zboże lub drzewo rzekami. Jest to choroba bardzo dolegliwa i niebezpieczna — i dlatego wymaga koniecznie w samym początku porady doktora.

Mięśnie.

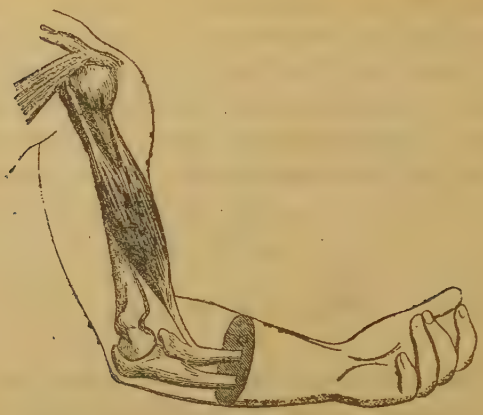
Tuż pod skórą człowieka leży miękka, czerwona masa, zwana u ludzi ciałem, u zwierząt mięsem, a którą my będziemy nazywali **mięśniami**. Na głowie, szczególniej na czaszce, mięśni jest mało; na rękach, nogach i na grzbiecie jest mięśni dużo.

Jeżeli zapytać kogo z was, do czego służy mięso wołu albo wieprza, to odpowie natychmiast: do jedzenia. Ale przecież mięso psa albo kota nie służy nam do jedzenia... Do czegóż służy mięso samemu zwierzęciu? Do czego potrzebne są mięśnie w ciele ludzkiem?

Czy widzieliście kiedy człowieka bardzo, bardzo wynędzniałego, wychudzonego przez głód lub ciężką chorobę? Wygląda on strasznie; powiadamy, że na nim sama skóra i kości... Istotnie, przez wycieńczenie w człowieku tym mięso stało się cieniutkie, zmniejszyło się tak, że przez nie wszystkie kości sterczą. Jakże inaczej wyglądał ten człowiek, gdy był zdrów, gdy miał na sobie mięsa poddostatkiem! Był on zaokrąglony, nie sterczały mu żebra, nie wystawały kości policzków, ręce i nogi jego nie wyglądały jak patyki. A więc: mięso, czyli mięśnie, nadają ciału ładną, zaokrągloną wszędzie postać, wyrównywając wszystkie zaklęsłości szkieletu.

Jest to wszakże znaczenie mięśni mniej ważne. Daleko ważniejszem jest to, że mięśnie służą do wykonywania ruchów.

Żeby to zrozumieć, przyjrzyjmy się zrobionemu poniżej rysunkowi (№ 1). Przedstawia on lewą rękę człowieka, zgiętą



№ 1.

w łokciu. Widać tutaj znane nam kości: od góry kość ramieniowa, u dołu kawałek kości przedramienia, pomiędzy niemi zestawienie ruchome, czyli staw łokciowy. Dalej widzimy, jak tam od kości ramieniowej do przedramienia ciągnie się podłużny kawał mięsa. Jest to jeden **mięsień**. Widać go dobrze, bo skóra i inne mięśnie, prócz tego jednego, zostały odcięte.

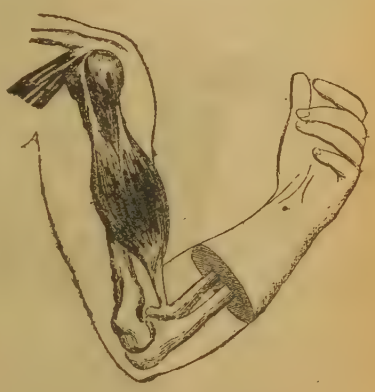
Przypatrzymy się temu mięśniowi.

Posiada on dwa końce. Górny koniec jest rozdwojony i przyrasta do kości ramieniowej. Dolny koniec tego mięśnia przyrasta do kości przedramienia. Te dwa końce nie wyglądają tak, jak mięso, nie są czerwone, miękkie, ale przeciwnie są białe, żylaste; nazywają się one **ścięgnami**. Środkowa zaś część mięśnia, gdzie jest on znacznie grubszy, niż na końcach, składa się z prawdziwego mięsa. Jest to **brzusiec** mięśnia. Składa się więc mięsień z brzuśca i dwóch ścięgien na końcach; jednem ścięgnem przyrasta mięsień do jednej kości, drugiem do drugiej; brzusiec zaś nie przyrasta wcale, lecz swobodnie leży na kości.

A teraz posłuchajcie, jaką ciekawą własność posiada brzusiec mięśnia. Oto, gdy człowiek chce zgiąć rękę w łok-

ciu, to ten brzusiec mięśnia natychmiast się kurczy na długość, staje się krótszym, ale zato grubszym. A przez to cały mięsień staje się krótszym: wtedy dolny koniec mięśnia podciąga się w górę i ciągnie za sobą kość przedramienia, do której jest ścięgnem przyrośnięty. Kość ta obraca się w łokciu, jak na zawiasie, zbliża się do ramienia, a tak następuje zgięcie ręki w łokciu, czyli **ruch ręki.**

Na rysunku № 2 widać właśnie rękę wtedy, kiedy się bardziej zgięła. Ten sam mięsień, który na pierwszym rysynku był długi a cienki, teraz stał się krótkim a grubym — i kości zbliżyły się do siebie.

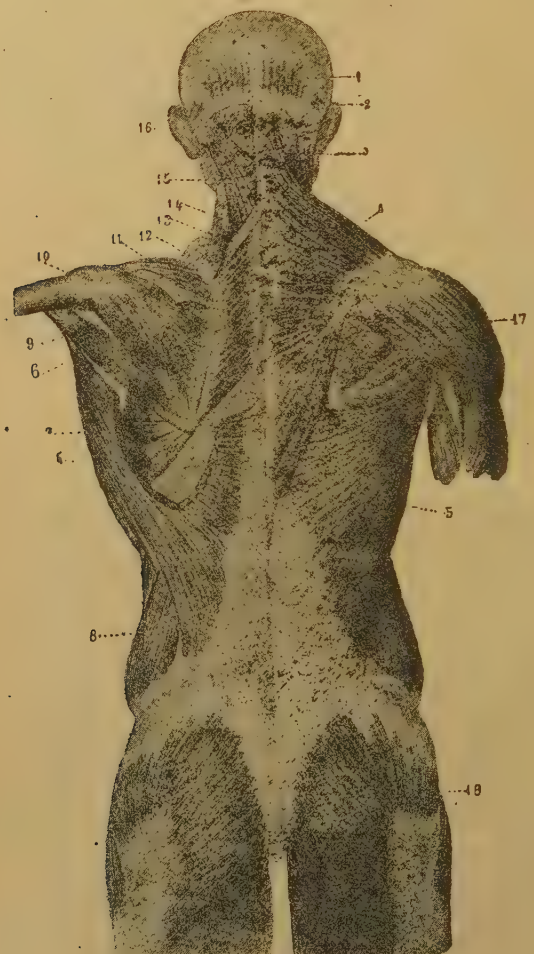


№ 2.

Każdy może to z łatwością sam na sobie sprawdzić. Obnaż całą rękę prawą, wyprostuj ją w łokciu, a lewą ręką dotknij mięśnia, leżącego na wierzchu kości ramieniowej: będzie on dość miękki. Potem skurcz mocno rękę prawą w łokciu, a poczujesz, jak ten sam mięsień stał się teraz grubym i twardym. Przez zgrubienie musiał on się skrócić; a gdy się skrócił, to pociągnął za sobą kość przedramienia i zgiął rękę w łokciu. Nazwijmy ten mięsień **dwugłowym** za to, że u góry ma dwa końce, dwa ścięgna: możemy powiedzieć, że mięsień dwugłowy kurcząc się zgina rękę w łokciu.

Tak samo, jak do zginania ręki w łokciu potrzebny był mięsień dwugłowy, do każdego innego ruchu ciała potrzebny jest jakiś inny mięsień. Naprzykład: zgięliśmy rękę w łokciu—chcemy ją teraz wyprostować. Nato potrzebaby kość przedramienia pociągnąć za łokieć ku tyłowi. Kto to robi? Osobny mięsień. Przyczepia się on jednym końcem z tyłu do kości ramieniowej, a drugim do wystającego łokcia

kości przedramiennej. Jak się ten mięsień skurczy, to odciąga kość przedramienną w tył—i ręka wyprostuje się w łokciu.



№ 3, 15, 16—mięśnie odciągające w tył głowę. № 4, 11—mięśnie poruszające łopatkę i ramię. № 5 — mięśnie ściągające na dół podniesione ramię. № 18 — mięśnie odciągające ku tyłowi kość udową. — Zlewej strony na ramieniu zwierzchnie mięśnie odcięte; widać te, które leżą głębiej.

Otóż zupełnie tak samo jest ze wszystkiemi ruchami naszego ciała: **do każdego ruchu potrzeba skurczenia się mięśnia.**

Nie zawsze jednak przy wykonywaniu pewnego ruchu kurczy się jeden mięsień; w niektórych ruchach kurczy się ich razem po dwa, trzy i więcej. Tak jest naprzykład przy zginaniu wszystkich razem palców ręki, albo przy podnoszeniu w górę całej ręki. Wtedy i sam ruch jest prędszy, silniejszy. To tak samo, jak dwa konie, zaprzęgnięte do jednego wozu, silniej, prędzej go ciągną, niż gdy jechać w pojedynkę.

Przypomnijmy sobie, ile to rozmaitych ruchów człowiek może wykonać, a zrozumiemy, że do ich wykonywania potrzeba mu bardzo wielu mięśni. To też w ciele ludzkiem jest aż 400 pojedyńczych mięśni.

Jedne z nich są krótkie, inne długie; jedne podobne do wrzeciona—wrzecionowate, inne płaskie. Niektóre znów mają bardzo długie ścięgna, naprzykład te, które kurczą palce. Brzusiec takiego mięśnia leży na kości przedramiennej, a ścięgno ciągnie się daleko do palców. Jest to bardzo dogodnie przy zginaniu palców, bo brzuśce mięśnia, grubiejąc na kości przedramiennej, nie przeszkadzają ruchom palców.

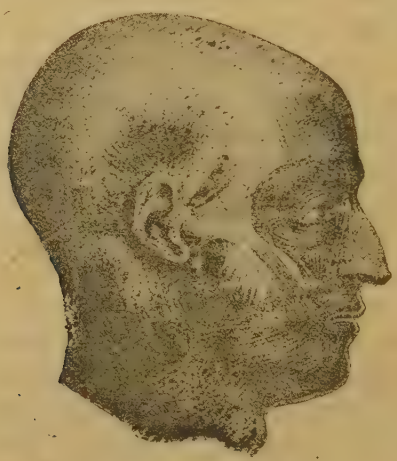
Mięśnie w ciele ułożone są w gromadki, umieszczone na kościach zawsze z tej strony, gdzie są potrzebne do wywołania pewnego ruchu. Każdy mięsień ma swoją błonkę, która go oddziela od innych mięśni. Tak samo gromadki mięśni pooddzielane są błonami. Wreszcie zapomocą błony, zwanej powięzią, wszystkie mięśnie przyrastają lekko do skóry.

Z tych właśnie pojedyńczych mięśni składa się całe mięso człowieka.

Teraz na zapytanie, do czego służą mięśnie w ciele ludzkiem, zapewne nie będziecie się wahali z odpowiedzią: **bez mięśni, czyli mięsa, ciało nasze nie mogłoby się wcale poruszać.**

Nie będziemy podawali nazw tych setek mięśni, które znajdują się w naszem ciele. Jeśli chcecie, możecie niektóre z nich obejrzeć na zamieszczonym obok rysunku. Bliżej nieco zatrzymamy się nad mięśniami twarzy.

Nie wiem, czy zwróciliście uwagę na to, jaka ruchliwa jest twarz ludzka. Ciągle się na niej coś porusza: usta otwierają się i zamykają przy mówieniu lub jedzeniu; oczami wciąż człowiek mruga; w gniewie lub zamyśleniu mar-



Głowa ludzka, obdarta ze skóry.

szczy czoło; przy śmiechu rozszerzają mu się usta—i tym podobnie. Otóż do każdego z tych ruchów są osobne mięśnie. Popatrzcie na rysunku.

Przedstawia on głowę ludzką, obdartą ze skóry. Widać tam różne mięśnie. Są one prawie wszystkie płaskie, przytem niektóre są przyrośnięte do skóry.

Na czole widzicie mięsień, idący z góry na dół: gdy się on skurczy, to na czole robią się fałdy poprzeczne, jak w zdziwieniu. Inny mięsień idzie na środku czoła wpoprzek, ponad nosem; gdy się on kurczy, czoło marszczy się wpodłuż, jak przy gniewie. Dokoła ust widać mięsień, obcho-

dzący je w kółko: przy ściągnięciu się tego mięśnia usta muszą się zamknąć. Podobny mięsień znajduje się dokoła oka i służy do zamykania oka. Jest kilka mięśni poruszających szczękę dolną—i tak dalej.

Ciekawą jest rzeczą, że kurczenie się mięśni potrzebne jest nie tylko do ruchów: jest ono też potrzebne do nieruszania się, do stania. Bez skurczenia się rozmaitych mięśni człowiek nie mógłby wcale stać.

Byłoby to tak. Najprzód głowa, jako bardzo ciężka, opadłaby na piersi; dalej cały kręgosłup pochyliłby się naprzód; nogi zgięłyby się w biodrach, w kolanie i kostce—i człowiek zwaliłby się cały na ziemię.

Żeby więc stać prosto, trzeba odciągnąć mięśniami głowę w tył; wyprostować nogę w kolanie; wreszcie skurczyć mięśnie, leżące z tyłu goleni w łydce, a przyczepione dużem ścięgnem do pięty: wtedy stopa oddali się z przodu od goleni. Przy staniu wszystkie te mięśnie rzeczywiście są mocno wyprężone.

Gdy nas ściśnie za rękę małe dziecko lub stara kobieta, ledwie poczujemy ich ściśnięcie; gdy ściśnie tęgi parobczak, to aż krzyczymy z bólu. Powiemy, że dzieciak ściska słabo, że jest słaby, a parobczak ściska silnie, bo jest silny. Skąd się bierze słabość jednego, a siła drugiego?—Z kurczenia się ich mięśni. Dziecko ma mięśnie jeszcze małe, kurczące się słabo: jest więc słabe. Parobczak ma mięśnie duże, kurczące się mocno: jest silny.

Kto chce być silnym, musi mieć dobre, twarde mięśnie. A dobre, silne mięśnie ma tylko ten, kto ich często, lecz w miarę używa. Tak, ludzie pracujący wiele rękami —jak naprzykład kowale—mają grube, twarde, silne mięśnie w rękach. Pracujący więcej nogami mają dużą siłę w nogach—naprzykład mieszkańcy gór, górale, którzy muszą nieustannie wspinać się po skałach.

Jak od częstego używania mięśnie wzmacniają się i grubieją, tak od nieużywania słabną i stają się mniejszemi. Czło-

wiek, który przez chorobę leżał parę miesięcy w łóżku, wstawszy po raz pierwszy, na nogach utrzymać się nie może, dopiero potem mięśnie jego powoli nabierają siły. Tak też ludzie, którzy pracują więcej głową, umysłem, a rękami i całem ciałem bardzo mało,—naprzykład uczeni, doktorzy, pisarze, mają mięśnie słabe i miękkie. Zato w takim człowieku nieraz tyle siły, co w komarze. Źle więc robią ci, którzy nie pracują wcale rękami, nogami, całem ciałem: gdyby taki choć parę godzin dziennie zajął się cielesną robotą, toby był silniejszy i zdrowszy.

Z drugiej wszakże strony mięśnie nie mogą pracować bezustanku. Weź w rękę garnek z wodą choćby mały, wypręż rękę i trzymaj go mocno w powietrzu. Potrzymasz może dwie minuty, może pięć; ale potem ręka zacznie omdlewać, opadać—i musisz ją opuścić na dół. Dlaczego? Bo się mięśnie ręki zmęczyły. Od pracy mięśnie męczą się, słabną, nawet bolą: każdy wieśniak wie, jak to bolą mięśnie w krzyżu po całodziennem żęciu.

Nadmierna, nieustanna praca wywołuje ciągłe zmęczenie mięśni, a za tem idzie osłabnięcie człowieka, brak siły i choroba Powinno się więc pracować w miarę: przy ciężkiej robocie, naprzykład w fabrykach, nie dłużej jak ośm godzin na dobę, i to podczas dnia.

Zmęczone mięśnie nabierają siły, gdy posilić całe ciało pożywieniem i dać mięśniom wypoczynek od pracy. Najlepszym wypoczynkiem dla mięśni jest sen: położy się nieraz człowiek spracowany, zmęczony taki, że zda się ani ręką ani nogą ruszyć nie może, a po mocnym śnie wstaje znowu rześki i silny do pracy.

Mózg i nerwy.

Gdy człowiek co myśli, czuje najwyraźniej, że wszystkie jego myśli powstają nie w nodze, nie w brzuchu, ale w głowie. A cóż tam jest takiego w środku głowy, w czasz-

ce ludzkiej? Wiemy już, że tam znajduje się mózg. Otóż myśli powstają w mózgu.

Że tak jest naprawdę, o tem przekonać się można z wielu spostrzeżeń. Naprzykład:

Niejeden z was widział chore dziecko lub dorosłego człowieka, o którym doktór powiedział, że ma zapalenie mózgu. Taki chory nic nie rozumie, co do niego mówić, sam nie może porządnie mówić, a jeśli nawet co zagada, to od rzeczy. Nic to dziwnego: jego chory mózg nie może porządnie myśleć.

Jeszcze gorzej bywa z nieszczęśliwymi, którym jaka choroba rozum pomiesza: nazywamy takich biedaków warjatami. Dawniej, w czasach ciemnoty, widząc warjata robiącego i mówiącego różne głupstwa, których nawet pojąć nie było można, ludzie nieraz myśleli, że to jest djabelska sztuka, i często nazywali warjatów opętanymi od djabła. A dziś wiemy, że nie jest to żadne opętanie, ale popsucie mózgu. Jak mogą popsuć się w człowieku płuca, albo wątroba, albo żołądek, tak też zachorować może mózg. W dużych miastach są szpitale dla warjatów. Otóż po śmierci warjata uczeni doktorzy rozcinają jego ciało i rozpatrują mózg Cóż się okazuje? Oto mózg warjata często bywa mniej lub więcej zepsuty. Czasem na mózgu wyrósł wrzód jaki lub guz; czasem krew go zalała w którem miejscu; niekiedy siedzi tam robak, to znów jest puchlina, rozmiękczenie, stwardnienie mózgu: i już taki biedak nie może rozumnie myśleć.

To samo bywa u różnych nieboraków, jakich nieraz można spotkać po wsiach, a których nazywają ludzie głupcami, głupimi: „durnymi“. Rzeczywiście—durny taki, bo durny: gada od rzeczy, śmieje się, sam nie wie z czego, to znowu gniewa się, płacze bez powodu. A czemu? Bo ma mózg nie taki, jak potrzeba: to za mały, to znów jakiś zgnieciony albo rozbity w dzieciństwie. Nieraz się zdarza, że człowiek zostaje na całe życie jakimś głupim, durnym dlatego tylko, że go nie pilnowali w dzieciństwie i pozwolili mu rozbić sobie głowę i nadpsuć mózg.

Już z samego tego, że mózg służy do rozumnego myślenia, widać, że jest on najważniejszą częścią ciała ludzkiego.

Mózg jest także siedliskiem wszystkich uczuć. Chociaż mówią zwykle, że człowiek kocha albo nienawidzi „całem sercem", że „serce kraje się z rozpaczy", „gniew miota sercem", „żal ściska serce"; ale to się tak tylko mówi, a naprawdę wszystkie te uczucia: miłość, nienawiść, gniew, rozpacz, żal i inne, mają swoje siedlisko w mózgu. Serce to jakby wahadło w zegarze, a mózg jakby sprężyna. Sprężyny nie widzisz, więc ci się zdaje, że zegar idzie prędzej lub wolniej przez wahadło. Tak samo i serce: z radości bije prędko, ze strachu wolno; ale sprężyną jest mózg. Ludzie z chorym mózgiem nie tylko nie mogą porządnie, rozumnie myśleć, ale nie mogą też czuć prawidłowo. Warjaci często o bylę co wpadają w gniew szalony, pałają zemstą, nawet popełniają czasami zbrodnie bez żadnej przyczyny. Jedni z tych nieszczęśliwych są wciąż strasznie smutni, zamyśleni, inni śmieją się i skaczą bezustanku. Ich mózg popsuty nie może doznawać takich prawidłowych uczuć, jak u ludzi ze zdrowym mózgiem.

Lecz w mózgu nie tylko powstają myśli i uczucia: w mózgu też odnawiają się, czyli przypominają, dawniejsze myśli i uczucia. Mózg jest więc także siedliskiem **pamięci.** Widok chaty i wsi rodzinnej, w której nie byliście przez lat kilka, przypomina wam żywo tysiące myśli i uczuć dawno minionych: zdaje się wam, że widzicie ludzi ukochanych, których zostawiliście wówczas, czujecie radość, jakiej doznawaliście przy ich boku. Ryk krowy, usłyszany nagle w wielkiem mieście, przypomina wam pola i lasy waszej wsi. Zapach świeżo skoszonego siana przypomina łąkę i sianokos—i tak dalej. Jedna myśl, jedno uczucie wiąże się z innemi myślami i uczuciami i snuje się w przeszłość przypominając dawno przeżyte sprawy.

W chorobach mózgu psuje się także pamięć. Jeden chłopiec po chorobie mózgu zupełnie zapomniał czytać —

i potem musiał uczyć się na nowo abecadła. Warjaci zwykle nie pamiętają tego, co mówią i robią. Bardzo starzy lub słabowici ludzie niekiedy tracą pamięć, gdyż wraz z całem ciałem i mózg ich jest już osłabiony.

Prócz myśli, uczuć i pamięci w mózgu bierze początek jeszcze jedna bardzo ważna zdolność duszy. Gdy chcę wyjść w pole, czuję, że ta chęć powstaje w głowie, w mózgu. Gdy chcę rąbać drzewo, czuję, że ta chęć, ta **wola**, która sprawia, żem wziął siekierę i zaczął rąbać, ma siedlisko także w mózgu.

Posiada mózg jeszcze inne znaczenie, które zrozumiemy lepiej, przyjrzawszy się, jak wygląda mózg.

Wiemy już, że mózg mieści się w czaszce, stanowiącej dla niego jakby twardą skrzynkę kostną. Tak też być powinno. Takie ważne a miękkie i delikatne narzędzie, jak mózg, musi być dobrze schowane, okryte, żeby się za byle uderzeniem nie popsuło. Dla lepszej ochrony mózg jest okryty trzema błonami, które go podtrzymują, żeby nigdzie do twardej kości nie dotykał.

Mózg ludzki na wygląd jest dość podobny do mózgu, wyjętego z cielęcia lub wołu. Jest to masa miękka, delikatna, wyglądająca jak szarawa galareta, pofałdowana na powierzchni. Na tych fałdach widać pełno rureczek, doprowadzających krew.

Patrząc na mózg z góry, łatwo spostrzec, że składa się on z czterech części. Na przodzie głowy jest największa część mózgu, podobna do dwóch półkul, przedzielonych rowkiem: jest to **mózg przedni**. Pod nim nieco w głębi widać część **mózgu środkową**. Potem od tyłu jest trzecia część, zwana **móżdżkiem**. A za móżdżkiem, już w tem miejscu, gdzie czaszka opiera się na szyi, jest ostatnia część — **mlecz przedłużony**, zwany też rdzeniem przedłużonym. Tutaj mózg zwęża się w rodzaj sznurka grubego, jak duży palec. Sznurek ten, będący przedłużeniem mózgu,

leży wewnątrz kości pacierzowej i nazywa się **mleczem pacierzowym** lub **rdzeniem kręgowym.**

Na załączonym poniżej rysunku wszystkie inne części ciała ludzkiego są zamazane na czarno, a widać tylko

Mózg, mlecz pacierzowy i nerwy, rozchodzące się po całem ciele.

biało zrobiony mózg w głowie i mlecz pacierzowy w kręgosłupie.

Ale prócz tych dwóch części widać na tym rysunku jeszcze coś. Oto z obu stron tak mózgu, jak mlecza, roz-

chodzą się po ciele jakieś białe sznurki; każdy z nich dzieli się, rozgałęzia na coraz i coraz cieńsze niteczki. Te białe sznurki i nitki, wychodzące z mózgu i mlecza, są to **nerwy.**

Tutaj widać dobrze, iż zaczynają się nerwy od mózgu i mlecza, ale nie widać, gdzie się one kończą. A naprawdę to jest tak:

Para nerwów wychodzi z mózgu, a kończy się na wewnętrznej ściance obu połówek nosa. Są to **nerwy nosowe.**

Druga para nerwów od mózgu idzie do oczu: nazywamy je **nerwami ocznemi.**

Dwa nerwy idą od mózgu do uszu: **nerwy uszne.**

Dwa nerwy dochodzą do skóry, pokrywającej z wierzchu język, dwa inne — do mięśni języka: są to wszystko **nerwy językowe.**

Kilka par nerwów przechodzi od mózgu do skóry i mięśni w twarzy i głowie, a także do wnętrza zębów.

Wreszcie jedna para nerwów mózgowych dochodzi do płuc, serca i żołądka. Razem od mózgu rozchodzi się 12 par różnych nerwów.

Ale i od mlecza pacierzowego widać też z obu stron odchodzące nerwy. Jest ich 32 pary. Z boku kręgów z każdej strony znajdują się małe otworki, któremi nerwy wychodzą z kręgosłupa do ciała.

Każdy nerw mleczowy składa się naprawdę z dwóch nerwów; lecz początkowo zrastają się one ze sobą, a potem dopiero dzielą się znowu na dwie gałęzie.

Jedna gałąź dochodzi do jakiejś części skóry i tam w skórze rozchodzi się miljonami cieniutkich gałązeczek. Druga zaś gałąź tak samo rozchodzi się w pewnych mięśniach. Naprzykład: idzie gruby nerw do nogi. Zaczyna się wprawdzie od mlecza dwoma nerwami, ale potem łączą się one i idą razem obok siebie, jako jeden nerw. Lecz w nodze jeden z tych nerwów daje gałązki do wszystkich mięśni nogi, drugi zaś daje nerwy, rozchodzące się w skórze nogi.

Z nerwów mleczowych najgrubsze i najdłuższe są te, które dochodzą do rąk i nóg. (Zobacz na rysunku).

Teraz powiemy krótko, do czego te różne nerwy służą.

Nerwy oczne służą do widzenia. Bywają nieszczęśliwe wypadki, że nerw oczny się psuje: wtedy człowiek ślepnie. Gdy się popsują oba nerwy, ślepnie na oba oczy. Któż nie widział kalek, których oczy są niby zdrowe, otwarte, patrzą na świat boży, a jednak nic nie widzą? Biedni! mają oni popsute nerwy oczne, albo to miejsce w mózgu, skąd się te nerwy zaczynają. Uczeni próbowali przecinać nerwy oczne żywym królikom i innym zwierzętom. Były to próby bardzo niemiłe i straszne: ale przekonano się z nich, że po przecięciu nerwów ocznych zwierzę przestawało natychmiast widzieć.

Nerwy nosowe służą do wąchania, do czucia różnych zapachów przyjemnych i przykrych.

Nerwy uszne doprowadzają do mózgu wszelkie głosy, dźwięki. Gdy nerwy uszne w obu uszach są popsute, człowiek staje się zupełnie głuchym.

Przez dwa nerwy, dochodzące do skóry języka, przechodzi do mózgu uczucie smaku.

Wszystkie nerwy, czy to mózgowe, czy mleczowe, które rozchodzą się w skórze, służą do czucia wszelkiego dotknięcia skóry, a także do rozpoznawania ciepła i zimna. Takie nerwy, rozchodzące się w skórze i służące do odczuwania dotyku, nazywają się **nerwami czucia** albo **czuciowemi.**

Wszystkie zaś nerwy, których ostatnie gałązki kończą się w mięśniach, służą do wywoływania kurczenia się tych mięśni, a zatem służą do wywoływania ruchów. Niech się więc nazywają za to **nerwami ruchu, czyli ruchowemi.**

Postarajmy się wytłumaczyć, w jaki sposób człowiek może czuć wszelkie dotknięcia zapomocą nerwów czuciowych, rozchodzących się w skórze, i jak może pobudzać kurczenie się mięśni zapomocą nerwów ruchowych, rozchodzących się w mięśniach.

Trzeba wiedzieć, że każdy nerw czuciowy składa się z tysięcy cieniutkich niteczek nerwowych, stokroć cieńszych od najcieńszego włosa. Nitki te rozchodzą się w skórze

i kończą się — jakeśmy już mówili, opisując skórę — tuż pod naskórkiem. Potem zbierają się owe nitki w pęczki coraz grubsze i jako dość grube sznurki, wchodzą do mózgu albo do mlecza pacierzowego. Możnaby nerw przyrównać do pasma, złożonego z wielu nitek. Taka cieniuchna niteczka albo włókienko nerwowe nie zlewa się z innemi, lecz ciągnie się przez mlecz w górę aż do samego mózgu. Dopiero tam w mózgu ta nitka się kończy. Prócz włosów i paznogci, w których niema wcale nerwów, zresztą od wszystkich miejsc skóry poczynają się miljony takich włókienek czuciowych, i wszystkie one schodzą się w mózgu

Pamiętając o tem wszystkiem, dotykam cienką igłą skóry, naprzykład na swem udzie. Chociaż koniec igły jest bardzo cienki, ale w miejscu, którego on dotknął, jest pod naskórkiem z pewnością kilka nitek nerwu czuciowego. Igła naciska te niteczki, drażni je. Ten nacisk, to drażnienie natychmiast po owych niteczkach przenosi się do mózgu — i mózg czuje dotknięcie igły. Inaczej mówimy, że mózg otrzymał wrażenie ukłucia. A jaką drogę otrzymał to wrażenie? — Zapomocą nerwu czuciowego.

Podobnie dzieje się z nerwami ruchowemi. I one składają się z włókien, zaczynających się w mózgu, a kończących się w mięśniach. Każdy pojedynczy mięsień ma swoje włókienka nerwowe, idące od samego mózgu. Chcę — dajmy na to — zgiąć rękę w łokciu. Ta chęć budzi w mózgu postanowienie, wolę, a wola natychmiast pobudza w nerwie ruchomym szczególną siłę, która zmusza mięsień ręki do skurczenia się. A tak moja ręka zgina się w łokciu. Można więc powiedzieć, że nerwy ruchowe prowadzą rozkazy woli z mózgu do mięśni i zmuszają mięśnie do kurczenia się. A przez to powstają ruchy.

Najczęściej tak bywa, że, uczuwszy dotknięcie, wykonywamy jakiś ruch. Naprzykład: idziesz ulicą, aż tu wyskakuje znienacka pies i gryzie cię w nogę. Uczuwszy ból, w tej chwili usuwasz nogę, podnosisz rękę z kijem i psa odpędzasz. Co tutaj zaszło? — Gdy cię pies ugryzł, naci-

snął zębami, czyli podrażnił nerw czuciowy w skórze twej nogi. To podrażnienie natychmiast przeszło po nitkach owego nerwu do mózgu. Tam zbudziło ono różne myśli, a między niemi jedną, żeby czemprędzej usunąć nogę, a drugą, żeby psa odpędzić. Te myśli zaraz wzbudziły wolę, która wysłała dwa rozkazy: jeden po nerwie ruchowym nożnym do mięśni nogi, a drugi po nerwach ruchowych ręki, żeby się skurczyły. Wskutek tego nastąpiły ruchy nogi i ręki.

Czasem dzieje się inaczej. Zobaczyłeś na ziemi po ziomkę. Na jej widok powstaje w mózgu myśl, że warto ją zjeść. Ta myśl pobudza wolę; a wtedy po różnych nerwach ruchowych idzie siła zmuszająca rozmaite mięśnie ciała do skurczenia się, pochylenia ciała, zerwania i zjedzenia poziomki. — Albo może być tak. Przypominasz sobie, żeś zostawił wiadro przy studni. Po tem przypomnieniu powstaje w mózgu myśl, że trzeba iść po wiadro. Wola posyła rozkaz mięśniom nóg — i idziesz po wiadro. Tutaj początek ruchowi dała pamięć.

Weźmy jeszcze inny przykład. Wchodzi do izby twój dawno niewidziany przyjaciel. Na jego widok doznajesz uczucia wielkiej radości, zrywasz się z ławki i ściskasz go serdecznie. W tym wypadku uczucie radości pobudziło wolę, a z nią mięśnie do ruchu. Tak samo mogą wywołać ruch inne uczucia: gniew, smutek, nienawiść i tym podobne.

A zawsze dzieje się to zapomocą mózgu, nerwów czuciowych i nerwów ruchowych. **Nerwy czuciowe doprowadzają do mózgu** widok przedmiotów, różne dźwięki i głosy, smak, zapach, dotykanie skóry, uczucie ciepła, zimna i inne **wrażenia. Wszystko to wyradza w mózgu różne myśli i uczucia**, albo też **przypomina** dawniejsze myśli i uczucia: **te zaś pobudzają wolę. Wtedy po nerwach ruchowych rozchodzi się siła, która zmusza mięśnie do kurczenia się i wywołuje ruchy.**

Wszystkie prawie ruchy, o jakich mówiliśmy powyżej, były takie, że człowiek o nich wiedział, że się nad niemi—

choćby krótko—namyślał. Ale weźmy takie zdarzenie. Leży kawałek żelaza na drodze tuż przy kuźni. Chcesz je podnieść. Bierzesz do ręki—i w tej samej chwili rzucasz je z krzykiem. Żelazo było gorące... Ani nad rzuceniem żelaza, ani nad krzyknięciem nie namyślałeś się wcale, nawet nie wiedziałeś, że to robisz. Były to więc **ruchy bezwiedne.**

Śpisz smacznie, aż tu siada ci mucha na nosie. Spędzasz ją ręką przez sen, nie wiedząc wcale, że to robisz.

Jeśli umiesz dobrze grać na fujarce, to zamykasz i otwierasz kolejno dziurki, wcale się nie namyślając, którąby zatkać. Są to także ruchy bezwiedne. Ale gdy zaczynałeś dopiero grać, musiałeś się dobrze namyślać nad każdym ruchem palca.

Otóż człowiek wykonywa bardzo wiele ruchów bezwiednych, mimowolnych. Niektóre ruchy mimowolne są takiemi już z natury, naprzykład: mruganie powiekami, nagłe usuwanie ręki lub nogi w razie poczucia bólu, poruszanie szczęką dolną, rozszerzanie klatki piersiowej. Inne znów ruchy były początkowo zależne od naszej woli, świadome, ale przez ciągłe i częste powtarzanie się, przez wprawę stały się bezwiednemi. Naprzykład małe dziecko, ucząc się chodzić, namyśla się nad każdym krokiem; a wyrósłszy, porusza nogami przy chodzeniu bez żadnego rozmysłu. Kto się dopiero uczy pisać, musi się zastanawiać nad każdą najmniejszą kreseczką; kto ma wprawę w pisaniu, ten pędzi piórem, nie namyślając się, jak ma pisać c albo e.

Owóż ciekawa rzecz, że ruchy bezwiedne odbywają się bez pomocy mózgu. Uczeni odcinali łeb żywej żabie. Okazało się, że żaba ze łbem uciętym nie zdychała zaraz, lecz żyła jeszcze parę godzin. Jeśli było ukłuć w łapę taką żabę z odciętym łbem, to natychmiast usuwała łapę. Widać przy ukłuciu ból po nerwie czuciowym dochodził od skóry do mlecza pacierzowego, a już od mlecza rozchodziła się po nerwie ruchowym siła, kurcząca mięśnie nogi. Do mózgu zaś ból dochodzić nie mógł, bo mózgu nie było.

Zastanowiwszy się nad tem, pojmiemy, jak to dobrze, że mózg nie potrzebuje ciągle myśleć nad najmniejszym

ruchem ciała. Ma on i tak dużo pracy: musi rozważać wszystko, co się dokoła dzieje, musi pamiętać to wszystko, odczuwać, kierować ruchami dowolnemi. I tak męczy się on dostatecznie. Cóżby to było, gdyby musiał jeszcze kierować tysiącami ruchów bezwiednych!

Mamy więc ruchy świadome i ruchy bezwiedne. Wszystkie one jednak są zewnętrznemi ruchami naszego ciała. Ale oprócz ruchów zewnętrznych odbywają się jeszcze różne ruchy wewnątrz ciała, we wnętrznościach. Naprzykład: kurczenie się serca, kurczenie, czyli ruchy, żołądka i kiszek, ściskanie się lub rozszerzanie rurek z krwią — i wiele innych. Wszystko to są **mimowolne ruchy wnętrzności.** Ruchów tych, choćbyśmy chcieli, zaprzestać nie możemy.

Ale **wnętrzności** nie tylko odbywają ruchy: **mają one także czucie.** Naprzykład, zjadłszy coś niezdrowego, czujemy ból kiszek; tak samo można czuć kłucie na powierzchni płuc, ból w sercu, ból w wątrobie i tym podobne bóle lub naciski wewnętrzne. Takie czucie wewnątrz ciała jest niezmiernie ważne: ostrzega nas ono natychmiast o chorobie.

Otóż dla ruchów wewnętrznych i czucia wewnętrznego posiadamy w ciele osobne nerwy wnętrznościowe.

Rozchodzą się one od maleńkich jakby mózgów, czyli splotów, porozrzucanych we wszystkich wnętrznościach. Są nitki nerwowe czujące i nitki nerwowe poruszające. Różne sploty połączone są nitkami ze sobą; a oprócz tego są niteczki, łączące cały ten przyrząd z mózgiem.

W stanie zwykłym, zdrowym, mózg nic nie wie o tem, co się dzieje we wnętrznościach. Ale niech tylko z czegobądź serce naprzykład zacznie się poruszać za często, albo kiszki zaczną się rozdymać, to natychmiast ten szybszy ruch serca albo też ból w kiszkach dochodzą i do mózgu.

Teraz będziemy już wiedzieli, że ciało ludzkie posiada ruchy i czucie zewnętrzne, a także ruchy i czucie wewnętrzne. Pierwszemi rządzi mózg i mlecz pacierzowy z nerwami ruchowemi i czuciowemi; ruchami zaś i czuciem wewnętrznem rządzą sploty i nerwy wnętrznościowe.

Z tego wszystkiego, o czem mówiliśmy powyżej, widać, jaką nadzwyczajnie ważną częścią ciała ludzkiego jest mózg. To też uczeni oddawna starali się dowiedzieć jak najwięcej ciekawych rzeczy o mózgu. Myśleli sobie tak: jeśli wszystko, co człowiek robi, zależy od mózgu, to gdy mózg jest zepsuty, zaraz można poznać to po tem, co człowiek robi. Uważali więc z jednej strony na ludzi, których mózg wypadkiem został uszkodzony. Z drugiej znów strony zapisywali sobie różne dziwactwa warjatów, a potem po ich śmierci rozpatrywali ich mózgi.

Dowiedzieli się stąd wielu bardzo ciekawych szczegółów, z których kilka podamy.

Jeśli człowiek ma zepsuty lub zniszczony cały mózg przedni, to człowiek taki widzi i słyszy, ale nic nie wie, nie rozumie, co się dokoła niego i z nim dzieje; przytem nie może wykonywać ruchów dowolnych, a tylko ruchy niezależne od woli. A więc zapomocą przedniej części mózgu człowiek jest świadom tego, co się dzieje dokoła, tam powstają myśli, uczucia i wola, kierująca ruchami i innemi czynami człowieka.

Jeżeli jednak przedni mózg jest zniszczony w jakim kawałku tylko, wówczas traci człowiek tylko niektóre zdolności i niektóre ruchy. Naprzykład: przestaje mówić, traci władzę w prawej połowie ciała, jeżeli zniszczeniu ulegnie przedni mózg w lewej swej połowie. I odwrotnie: zniszczenie w prawej połowie przedniego mózgu sprowadza paraliż lewej połowy ciała.

Najczęściej takie paraliże bywają od uderzenia w głowę, upadnięcia na twardy przedmiot lub od choroby, zwanej uderzeniem krwi na mózg (apopleksja). Gdy człowiek przedtem zdrowy nagle pada bez czucia na ziemię, zaczerwieniony na twarzy i szyi, jakby krwią oblany, — jest to najpewniej uderzenie krwi na mózg. Takiego chorego trzeba natychmiast ratować, po felczera posłać, zwykle potrzeba krew puścić,—bo inaczej zamrze. Uderzenia krwi wogóle zdarzają się u ludzi tęgich, tłustych, o grubym karku, łatwo złoszczących się, a najwięcej u pijaków. Już tysiące pi-

jaków zmarło nagle przy wódce od uderzenia krwi na mózg; a ilu to ich jeszcze zginie taką nagłą śmiercią!

Co do innych części mózgu, to wiadomo naprzykład, że w mózgu środkowym schodzą się nerwy od oczu, uszu, nosa i języka. Gdy się więc ta część mózgu psuje, człowiek ślepnie, głuchnie, traci węch i smak.

Móżdżek służy głównie do tego, żeby człowiek mógł porządnie wykonywać naraz kilka ruchów.

Ludzie mający chory móżdżek nie mogą dobrze chodzić, bo nie mogą porządnie i w porę nóg stawiać. Taki chory nie może sobie zapiąć guzika, nie może pisać; bo do tego trzeba wykonać naraz kilka ruchów, a on właśnie nie może ich jednocześnie wykonać.

Wiadomo dalej, że poniżej móżdżku, tuż przy przejściu mózgu w mlecz pacierzowy, znajduje się jedno miejsce nadzwyczaj ważne. Jeśli w to miejsce ukłuć wołu igłą, to pada natychmiast bez życia... Chcąc dobić ranionego zająca, myśliwy uderzy go z tyłu w szyję tuż przy głowie. Miejsce to, takie ważne, nazwali uczeni węzłem życia: niby że od niego życie zależy. A wiecie, dlaczego tak jest? Oto tam zaczynają się nerwy, rządzące sercem i płucami: a jak serce bić przestaje i oddychanie się przerywa, musi nastąpić śmierć. Pamiętając o tem, nie należy nigdy pozwalać sobie z dziećmi takiej głupiej zabawki, jak to robią niektórzy: ściska dziecko obu rękami z boku głowy i tak je podnosi w górę. Bywały wypadki, że z takiej zabawki wynikała śmierć dziecka.

O znaczeniu mlecza pacierzowego nauczyły ludzi najwięcej różne smutne wypadki i kalectwa. Zdarza się naprzykład, że człowiek popchnięty upada nawznak i uderza krzyżem o wystający kamień. Podnoszą go, a tu biedak nie może ruszyć ani jedną nogą, ani drugą... Chwytają go za nogi,—a ten nie czuje wcale ich dotknięcia, zdaje mu się, że nóg wcale nie ma. Mówimy wtedy, że ruszył go

paraliż na nogi. Zwykle nieborak taki choruje jakiś czas, potem umiera.

Gdyby po jego śmierci obejrzeć mu mlecz pacierzowy, toby się okazało, że w miejscu stłuczonem mlecz został zgnieciony, zepsuty. A przecież przez mlecz przechodzą wszystkie niteczki nerwów czuciowych i ruchowych obu nóg. Gdy więc te niteczki są przerwane, to ani czucie nie może dochodzić z nóg do mózgu, ani siła poruszająca mięśnie nie może przejść od mózgu do nóg. Szczypiemy takiego chorego w nogę, ale on szczypania nie czuje; chciałby nogę skurczyć, lecz przerwana jest droga, którąby ten rozkaz mógł dojść do mięśni nogi.

Możnaby to porównać naprzykład z zepsuciem drutów od telegrafu. Jest, dajmy na to, telegraf od Warszawy do Lublina. Między temi dwoma miastami idą druty nigdzie nie przerwane, po których zapomocą iskierek piorunowych (elektrycznych), sztucznie otrzymanych, posyła się wiadomości z Warszawy do Lublina i z Lublina do Warszawy. Wszystko jest wtedy w porządku. Aż tu pod Puławami wypada wielka burza, wywraca słupy telegraficzne i przerywa druty... Oczywista, że nie będzie można telegrafować ani z Warszawy do Lublina, ani odwrotnie. Tak samo jest z mleczem pacierzowym.

Im bliżej głowy mlecz się przerwie, tem gorzej dla człowieka, bo wszystkie części ciała leżące poniżej miejsca zepsutego utracą ruch i czucie.

Jednak wypadki zupełnego przerwania mlecza bywają rzadko. Częściej zdarza się, iż mlecz tylko się z jednej strony zepsuje. Wtedy bywa także paraliż, ale już nie całkowity. I tak: jeśli mlecz zepsuje się w krzyżu od strony grzbietowej, to człowiek traci czucie w nogach, ale może niemi jeszcze poruszać. Tylko ruchy jego będą już niepewne; stąpa do ziemi, a nie czuje, czy dotknął już ziemi, czy nie,—zdaje mu się, że chodzi w powietrzu lub stąpa po poduszkach.

Gdyby się mlecz zepsuł od strony brzucha, to chory straciłby możność ruszania nogami, ale zachowałby czucie.

Jednak paraliż nie zawsze bywa od zepsucia mlecza. Czasem pochodzi on wprost z mózgu: od napływu krwi do mózgu, przerwania jakiej żyłki, zebrania się w mózgu wody i tym podobnych przyczyn.

Szczególniej paraliże twarzy, skołowacenie języka, głuchota, zależą nie od mlecza, lecz od mózgu. Takie paraliże mózgowe często po niejakim czasie ustępują.

Z tego, cośmy powiedzieli o paraliżu, widoczne chyba jest, że przy paraliżu, tak samo jak przy innych chorobach, wszelkie zamawiania, szepty, plucie na trzy strony— a choćby na wszystkie cztery, — palenie lnu pod nosem pomagają tyle akurat, co umarłemu kadzidło. Sparaliżowanego nieboraka należy przedewszystkiem zawieźć do dobrego doktora, żeby się przekonać, czy to naprawdę paraliż, nie dający się wyleczyć. Jak się okaże, że wyleczyć w żaden sposób nie można, to nieszczęśliwego kalekę należy do domu zabrać i pielęgnować, osładzając dobrem obejściem i serdecznością jego smutne życie

Wiecie, że człowiek posiada duszę nieśmiertelną, która w nim myśli i czuje, która rządzi wszystkiem, co on robi. Ale dusza ludzka spełnia swą czynność właśnie zapomocą mózgu, mlecza pacierzowego i nerwów. Można więc mózg mlecz i nerwy nazwać narzędziami duszy. Gdy te narzędzia są dobre, zdrowe — dusza działa prawidłowo Gdy narzędzia te są popsute—musi ona działać źle, nieprawidłowo. Najpierwszym więc obowiązkiem człowieka jest starać się o to, aby narzędzia duszy były jak najlepsze i najzdrowsze.

A dojść do zdrowia mózgu, mlecza i nerwów można dwojako: ochraniając je od wszystkiego, co może im szkodzić; robiąc to, co może je rozwinąć i polepszyć.

A więc:

Należy chronić mózg i mlecz od wszelkich uderzeń, uszkodzeń, upadnięć — szczególniej u dzieci, które mają miękkie, delikatne kości głowy.

Wystrzegać się trucizn, które mózg psują. Takiemi są: szalej, blekot, lulek i tym podobne—ale tych i tak nikt

nie będzie spożywał. Jest wszakże jedna trucizna bardzo szkodliwa dla mózgu, którą ludzie piją z wielkiem upodobaniem, na którą rok rocznie wydają miljony, zapracowane najkrwawszą pracą. Tą trucizną jest wódka.

Uczeni robili już tysiące prób, z których okazało się że wódka szkodzi na mózg zawsze, nawet gdy się jej używa niewiele, lecz często. Przy upijaniu się zaś zatruwa ona mózg i nerwy w zupełności. Pijak nałogowy staje się głupcem, złośnikiem i niedołęgą: mózg jego psuje się i cała dusza przez to nikczemnieje. Z pewnością więcej rozumu ma trzeźwa świnia, niż pijany człowiek. Pijaństwo może doprowadzić nie tylko do śmiertelnego uderzenia krwi na mózg, ale nawet do warjactwa, do pomieszania zmysłów. Jest osobna warjacja, pochodząca od zatrucia mózgu wódką; nazywa się białą gorączką. Pijak chorujący na białą gorączkę miewa napady, że traci zmysły, nie wie, co robi. Opanowuje go okropny przestrach. Najczęściej zdaje mu się, że widzi djabełki, robaki lub myszy, które gonią. Ucieka więc przed niemi za piec, pod stół. Zdaje mu się, że one go wciąż gonią... Jeden podobny warjat, jak zaczął uciekać, tak wpadł na okno i wyskoczył z drugiego piętra na ulicę: rozbił sobie głowę, połamał nogi i w okropnych bólach życie zakończył. W tym obłędzie często pijacy sami siebie albo innych ludzi kaleczą i zabijają.

Dla pijaka nałogowego jest tylko jedna rada: wyrzec się zupełnie wódki, araku i innych odurzających napojów.

Są kraje na ziemi, gdzie rząd, dbały o szczęście i pomyślność narodu, zabronił wyrabiać spirytus i handlować nim. W takich krajach niema wcale pijaków; to też mniej tam kłótni, zabójstw, zbrodni, mniej nieszczęść wszelakich, a więcej spokoju i szczęścia.

A cóż pomaga do zdrowia mózgu, do jego rozwinięcia?

Przedewszystkiem zdrowe, posilne żywienie się. Posiłek nędzny osłabia całe ciało, osłabia więc mózg. A za tem idzie osłabienie myśli, pamięci, woli: człowiek źle żywiący się staje się tępym, brak mu silnej woli — jest to

człowiek chory. Powiadają uczeni, że na osłabienie naszego ludu, na jego tępość umysłową, brak dzielności i odwagi— jaki się niestety często spotyka — że na te wszystkie wady wpływa niemało żywienie się kartoflami zamiast mięsa i grochu, które są prawdziwie pożywnym posiłkiem.

Drugim sposobem polepszenia mózgu jest ćwiczenie go przez częste używanie, pracowanie mózgiem, umysłem. Do pracy zaś umysłowej najlepszym środkiem jest nauka. Człowiek, który chce mieć mózg dobry, mogący dobrze myśleć i czuć, powinien ten mózg kształcić i oświecać. A nic tak nie pomaga do wykształcenia mózgu, jak czytanie rozumnych książek. Dobra, rozumna książka podsuwa mózgowi tysiące nowych myśli, budzi najszlachetniejsze uczucia, kieruje wolę ku wszystkiemu, co uczciwe. W ten sposób książka oświeca, uszlachetnia duszę ludzką i budzi w niej nową siłę do walki ze wszelkiem złem, do szerzenia i obrony tego, co jest dobre, uczciwe, sprawiedliwe.

Długo już mówimy o mózgu, lecz on wart tego. Zresztą zaraz skończymy; opowiemy tylko o tem, jak mózg musi wypoczywać po pracy.

A wypoczynek należy mu się sprawiedliwie: żadna część ciała nie napracuje się tyle codziennie, co mózg. Ale też po całodziennej pracy odmawia on posłuszeństwa. Człowiek spracowany siedzi wieczorem przy jedzeniu, coś mówią dokoła niego — on mało co słyszy, patrzy, a niewiele widzi. Oczy mu się kleją, ręce opadają. Wreszcie nie może wytrzymać — idzie spać.

Cóż się to stało?—Oto zmęczony mózg nie może już dłużej pracować: musi on wypocząć, żeby nabrać sił do nowej pracy. Ten wypoczynek mózgu, a z nim całego ciała, nazywa się snem. Niema mózgu, któryby się nie męczył; niema człowieka, któryby nie potrzebował spać. Jeden śpi na dobę 6 godzin, inny 8; słabsi ludzie i dzieci śpią po 9 i 10 godzin; małe niemowlęta, których słabiutki mózg męczy się najłatwiej, śpią prawie ciągle.

Podczas snu wszystkie czynności mózgu słabną lub zupełnie ustają: człowiek wtedy nie myśli, nie widzi, nie słyszy; a choć słyszy, to nie zdaje sobie dobrze sprawy z tego. Zachowują się tylko podczas snu ruchy bezwiedne, oraz wszystkie ruchy we wnętrznościach.

Gdy sen jest mocny, twardy—przechodzi bez żadnych widziadeł. Jeśli jest lżejszy, człowiekowi roją się po głowie różne zdarzenia bywałe i niebywałe: coś mu się śni. Najczęściej początek snowi daje jakaś myśl, uczucie albo zdarzenie, które silnie mózg zajmowało, lepiej wbiło się w pamięć. Tylko te zdarzenia i myśli wiążą się ze sobą bez ładu i składu i wywołują niestworzone rojenia.

Raz w nocy siedziałem przy stole i pisałem, a mój towarzysz spał, odwrócony twarzą do ściany. We śnie poruszył się i zwrócił twarzą ku światłu. Nagle zrywa się z łóżka z krzykiem: „pożar! Mieczysław się pali!“ I obudził się... Pytam: co? jak? A on mówi, że co tylko przyśnił mu się straszny pożar, w którym ja się paliłem...

Jak to objaśnić? Oto, gdy się odwrócił do światła, padło mu ono nagle w oczy, choć przez powieki; to przypomniało mu jakiś okropny pożar. Gdy zaś przez nieco uchylone powieki zobaczył moją postać oświetloną, przyśniło mu się, że to ja się palę.

Nie zawsze łatwo wyśledzić, skąd się wziął u człowieka taki lub inny sen; ale zawsze można powiedzieć, że marzenie snem jest bezwładnem poplątaniem różnych myśli i wydarzeń, poczęści dawnych prawdziwych, a poczęści świeżo podczas snu wyrojonych.

To też niema nic śmieszniejszego, jak wiara w sny lub kupowanie senników egipskich, gdzie jakiś okpisz niby to tłumaczy ze snów, co będzie z człowiekiem.

Najzdrowiej dla człowieka, jak mu się nic nie śni. Wtedy mózg wypoczywa doskonale i nabiera siły do pracy, a razem z mózgiem wypoczywa i całe ciało.

Narzędzia zmysłów.

Widzieliście kiedy człowieka ślepego od urodzenia? Jest on bardzo nieszczęśliwy. Ślepota jest bodaj największem kalectwem na świecie. Błękit nieba, jasność słońca, zieloność pól i lasów, twarze ludzi ukochanych, tysiące przedmiotów, które poznawać trzeba oczami — wszystko to nie istnieje dla nieszczęśliwego ślepca: otacza go wciąż noc ciemna, straszna, towarzysząca mu od kolebki do zgonu.

Wystawcie sobie teraz, że ten ślepiec jest prócz tego głuchy od urodzenia. Biedny! nie zna on szumu wiatru, śpiewu ptasząt, nie rozróżnia głosu ojca ni matki, nie zna dźwięku mowy ludzkiej. Wieczna cisza i wieczna noc—oto dola takiego okropnego kaleki. Dla niego istnieje tylko to, czego dotknie rękami, co powąchać może nosem lub posmakować językiem. Gdyby jeszcze i te władze utracił, wtedy nie czułby już i nie poznawał nic, zupełnie nic... Albowiem do odczucia, do poznawania wszystkiego, co człowieka otacza, musi on **widzieć, słyszeć, dotykać, smakować i wąchać**. A więc musi mieć pięć narzędzi, któreby te prace wykonywały. Temi narzędziami są: uszy, oczy, nos, język i skóra. Nazywamy je razem **narzędziami pięciu zmysłów.**

Zaczniemy jeszcze raz od **skóry**, o której już mówiliśmy poprzednio.

Wiadomo, że wszelkie uderzenie, zadraśnięcie, dotknięcie przedmiotu ciepłego lub zimnego skóra natychmiast odczuwa. Dotykając palcem, nie mogę poznać, czy kawa w kubku jest słodka, czy gorzka; ale palec rozpozna, czy jest ona zimna, czy gorąca. W jaki sposób skóra czuje **wszelkie dotknięcia**, zrozumieć łatwo.

Wiemy już, że w skórze kończą się drobne niteczki nerwów czuciowych. Gdy więc cobądź skóry naszej dotyka, musi urazić końce tych niteczek, i to urażenie po nerwie czuciowym dochodzi natychmiast do mózgu. Urażenie słabsze czujemy jako dotknięcie; urażenie bardzo mocne objawia się bólem.

W jednych miejscach ciała jest nerwów czuciowych więcej, w innych mniej. Tak naprzykład, na końcach palców jest ich dużo, a na plecach mało. To też najlepsze czucie ma człowiek na dłoni i w końcach palców. Macając po ścianie w ciemności, robię to końcami palców.

Gdzie naskórek jest gruby, tam czucie musi być słabsze, naprzykład na podeszwie. Człowiek na rękach nie wychodziłby po ścierniu ani po grudzie, a nogami bosemi może chodzić.

Kto często używa rąk do dotykania, ten dochodzi do ogromnej czułości w palcach. Tak bywa z niewidomymi, którzy zapomocą palców pomagają sobie w rozpoznawaniu wielu przedmiotów. W Warszawie jest szkoła dla ociemniałych i głuchoniemych. W szkole tej uczą ociemniałych czytać na książkach, mających litery wypukłe, które niewidomi rozpoznają przez dotykanie palcami.

Język służy do rozpoznawania smaku przedmiotów. Głównie poznajemy nim smak pokarmów: język pokazuje nam, czy są one gorzkie, czy słodkie, kwaśne, czy słone — i tak dalej. Jest to bardzo ważne, bo człowiek powinien naprzód wiedzieć, co łyka, żeby czego szkodliwego nie zjeść lub nie wypić.

Urządzenie języka jest bardzo proste. Jest to kawałek mięśnia, przymocowany w głębi ust do osobnej kostki, a zewnątrz powleczony cienką skórką. Na górnej powierzchni języka znajduje się pełno brodawek: do każdej z nich dochodzą nitki nerwu smakowego, idącego od mózgu. Jeśli jaki płyn nagryza nieco te brodaweczki, to po nitkach nerwu owo urażenie idzie do mózgu—i człowiek czuje smak.

Naprzykład ugotowali ci barszczu. Bierzesz go do ust. Barszcz oblewa ci język i uraża brodawki smakowe. Ale uraża bardzo słabo: czujesz więc, że barszcz niesłony. Dodajesz soli. Sól teraz szczypie mocniej brodaweczki języka—i czujesz smak słony jak się należy.

Tak samo jest z poznawaniem każdego innego smaku.

Ale język służy nie tylko do poznawania smaku. Po-

maga on prócz tego do przewracania pokarmów w ustach, a co najważniejsza—służy do mówienia.

Nos ma też niemałe znaczenie dla człowieka. Przez nozdrza wpuszczamy i wypuszczamy powietrze przy oddychaniu. Tak przynajmniej być zawsze powinno; powinien mieć człowiek zamknięte usta, a powietrze wciągać nosem. Wtedy nos zaraz daje nam znać, czy powietrze, którem oddychamy, jest dobre, czy złe. Wchodzisz naprzykład do czyjejś chaty, a tu jak cię uderzy odrazu w nos obrzydliwy zaduch prosiąt, kur, beczki z kapustą!... Czemprędzej żegnasz tę pachnącą chatę i jej porządną gospodynię i wynosisz się na dwór, na świeże, czyste powietrze. Otóż nos jest takim ostrzegaczem, dającym nam poznać, czy powietrze otaczające nas jest dobre, czy też złe, szkodliwe dla oddychania.

Tak samo nosem możemy poznawać zapach przedmiotów. Dają nam mięso. Już chcemy jeść, wtem do nosa dolatuje z mięsa nieprzyjemny zapach: mięso jest zepsute. Nie będziemy go więc jedli, jeśli nie chcemy nabawić się choroby. Tak samo wąchamy napoje, kwiaty i t. p. Nawet z dość daleka można poznawać nosem różne zapachy; trzeba tylko, żeby od przedmiotu, który wąchamy, oddzielały się lotne cząsteczki i wpadały do wnętrza nosa.

Wnętrze to dzieli się na dwie połowy. Każda posiada jedno nozdrze zewnętrzne i jedno wewnętrzne, prowadzące do ust. Można przecież powietrze i wodę wciągać nosem, albo dym z ust przez nos wypuszczać.

Wnętrze nosa pokryte jest delikatną skórką, w której kończą się nitki nerwów węchowych. Gdy z przedmiotu jakiego unoszą się lotne cząsteczki, to wpadają do nosa, urażają nitki nerwu węchowego: urażenie to dochodzi do mózgu—i czujemy zapach lub zaduch.

W czasie kataru, kiedy błona nosa pokryta jest śluzem, człowiek nie czuje dobrze zapachu: nie może go czuć, bo nitki nerwu węchowego są ukryte głęboko pod śluzem i nie można ich łatwo urazić.

Uszy. Żeby zrozumieć, jakim sposobem zapomocą uszu słyszymy dźwięki, trzeba pierwej wiedzieć, co to jest dźwięk, czyli głos, i jak powstaje.

Uderz mocno pięścią w stół. Stół cały zatrzęsie się, szklanka, która na nim stała, zadzwoni. Stojąc w pobliżu, usłyszymy **dźwięk** od trzęsienia się stołu i **dzwonienie** od poruszenia się szklanki. A usłyszymy dlatego, że gdy się zatrząsł stół i szklanka, to od nich **zatrzęsło się powietrze** i trzęsąc się wpadło nam do ucha. Jeszcze lepiej to poznać podczas grzmotu. Wysoko na niebie, może o pół mili, może o milę nad ziemią, przeleciała iskra piorunowa i poruszyła powietrze. To drgające powietrze doszło do ziemi i uderzyło o szyby, aż się zatrzęsły. Wszakże szyby nie zatrzęsłyby się, gdyby o nie nie uderzyło coś trzęsącego się. Owóż zawsze, gdy słyszymy głos, to dlatego, że do ucha wpada drgające powietrze. Drga zaś powietrze dla tego, że jakiś przedmiot został uderzony czy poruszony.

Pytanie teraz: jakie to w uchu jest urządzenie, że powietrze drgające może wywołać w niem dźwięki? Jest to tak. Nazewnątrz ucha wystaje wklęsła, pogięta blaszka, która się nazywa **muszlą ucha**, gdyż jest podobna do tych muszelek, które znajdujemy często w stawach. Muszla uszna służy do tego, żeby zatrzymać drgające powietrze,—żeby czasem nie przeszło ono koło głowy, nie wpadłszy do wnętrza ucha. To też, chcąc to powietrze drgające złapać, zwracamy się zawsze z uchem w tę stronę, skąd głos dochodzi. A kto chce lepiej słyszeć, to nawet sobie muszlę ręką sztukuje, żeby więcej powietrza drgającego uchwycić. Zwierzęta w takich razach nadstawiają uszy, strzygą niemi, naprzykład: psy, konie.

Powietrze drgające przez **otwór uszny** wpada do wnętrza ucha. A tam, za tym otworem, jest w kości rurka na cal długa, zwana **przewodem słuchowym**. Na końcach tego przewodu wpoprzek jest jakby denko z cieniutkiej, suchej skórki. To denko nazywa się **bębenkiem**. Owóż powietrze wpada przez przewód i uderza—prawdziwie bębni—w ten bębenek. Ma się rozumieć od tego bębnienia cały bębenek drga, jak prawdziwy bęben.

A tam z drugiej strony bębenka, wewnątrz ucha, przymocowana jest do niego maleńka kosteczka, mająca postać młotka. Nazywa się ona **młoteczkiem.** Do młoteczka przytwierdza się dalej jednym końcem druga kosteczka, zwana **kowadełkiem.** A do kowadełka przymocowana jest jeszcze jedna kosteczka śliczniutka, podobna do maleńkiego strzemienia zrobionego z kości: ta kosteczka zowie się **strzemiączkiem.** (Patrz na rys.).

Kiedy więc powietrze uderzy w bębenek i bębenek zadrga, natychmiast muszą zadrgać te trzy **kosteczki uszne:** młoteczek, kowadełko i strzemię.

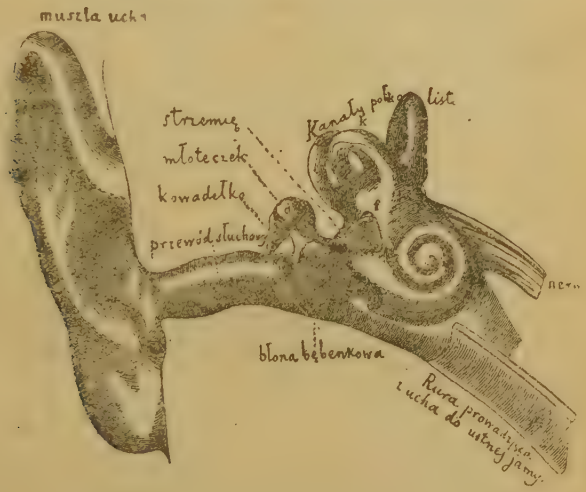
Strzemię zaś opiera się o błonkę, zamykającą otwór ostatniej części ucha, gdzie się mieści koniec nerwu słuchowego. Część ta ucha zowie się **błędnikiem,** dlatego że jest bardzo pokręcona. Składa się ona z wydrążenia w kości, napełnionego wodnistą **cieczą.** W cieczy tej pływają maleńkie **woreczki,** zawierające ostatnie nitki **nerwu słuchowego**

Gdy więc strzemię drga, uderza o ową małą błonkę w otworze błędnika. Błonka uderza o płyn, od tego uderzenia poruszają się woreczki, a więc urażają się końce nerwu usznego. A to urażenie nerwu usznego dochodzi po nerwie do mózgu i sprawia to, że człowiek słyszy dźwięk.

Jeszcze raz powtórzę, w jaki sposób słyszymy naprzykład odgłos dzwonu kościelnego. Dziadek kościelny ciągnie za pas i uderza sercem o dzwon. Dzwon porusza się i drży. Od niego drży powietrze i drgające rozchodzi się daleko na wszystkie strony. Doszedłszy do człowieka, odbija się ono o muszlę ucha, wpada przez otwór uszny do przewodu i uderza o bębenek. Bębenek drga. Od niego drgają 3 kosteczki: młotek, kowadełko i strzemię. Od uderzeń strzemienia drga błonka w otworze błędnika i porusza ciecz uszną. Ciecz poruszona uderza o woreczki z nerwami i urażа nerwy uszne.

Jeszcze o jednej ciekawej części ucha zapomniałem. Jest to rurka, kanał, idący od środkowej części ucha, gdzie są kosteczki, do gardzieli. Nazywa się ona **rurą Eustachego,** bo pierwszy spostrzegł ją uczony tego imienia. Owóż

ta rura Eustachego służy do podwójnego użytku: po pierwsze, przez nią dochodzi świeże powietrze do wnętrza ucha a więc ucho się przewietrza nie dopuszcza się tam żadnej zgnilizny. Powtóre, przy silnych dźwiękach — naprzykład przy wystrzałach armatnich, grzmotach — powietrze tak mocno drga, że, wpadłszy do ucha z zewnątrz, mogłoby przerwać bębenek. Wtedy jednak człowiek mimowoli otwiera



usta; toż samo powietrze drgające wpada i z drugiej strony, przez usta i rurę Eustachego, i uderza bębenek od zewnątrz: a tak idzie siła na siłę i bębenek nie pęka. To tak samo, jakby kto trzymał mocno wyprężony kawałek papieru, a drugi pchał palcem w ten papier z jednej strony: z pewnością, pchając mocno, przerwie papier. Jeśli jednak drugim palcem pchać będzie ze strony przeciwnej, akurat nawprost pierwszego palca, to papieru nie przedrze.

Jeszcze o dwóch rzeczach wspomnę. Niejeden grzebie sobie w uchu i wydobywa stamtąd jakąś niby maść czy coś żółtego, podobnego do wosku. Ta maść nazywa się **woszczkiem usznym.** Jest nią wysmarowany cały przewód uszny, żeby był gładki, żeby powietrze mogło bez przeszkody dochodzić do bębenka. A przytem ten woszczek jest

bardzo gorzki i nieco cuchnący: odstrasza więc od ucha muchy, pchły i inne drobne owadki. Do tego samego celu służą też włosy, których kilkanaście zwykle rośnie w samym otworze ucha.

Jednak pomimo tych przeszkód zdarza się, że pchła, mucha lub prusak mały wejdzie do ucha. Cóż to wtedy za okropny hałas słychać w uchu, stukanie, skrobanie! Wiem dobrze, bo sam miałem w życiu dwa razy taki wypadek. Cóż wtedy robić? Zagrzać lekko oliwy albo wody i ciepłą wlać do wnętrza ucha. Od ciepłej wody nieproszony gość zdycha i zwykle na wierzch wypływa. Jeżeli nie wypłynie, to trzeba się udać do doktora lub felczera, żeby robaka ostrożnie szczypczykami wyjął. Samemu zaś w uchu nie grzebać żadnemi szpilkami, bo można sobie przebić bębenek i ogłuchnąć.

Jak każda inna część ciała, tak samo i uszy powinny być u człowieka zdrowe; ale mogą też być chore albo niewłaściwie zbudowane od urodzenia. Taki człowiek będzie mniej lub więcej głuchy. Może być głuchy tylko na jedno ucho, ale bywa i na oba. Wtedy jest naprawdę kaleką.

Zupełna głuchota jest wtedy, gdy są zepsute nerwy uszne. Lecz przyczyną głuchoty może być też popsucie błędnika, albo kosteczek, albo bębenka. Niekiedy głuchota następuje po chorobie: po szkarlatynie, dyfterycie, ospie. Często głuchota daje się wyleczyć, byle się wcześnie poradzić doktora i choroby w uchu nie zapuścić.

Doktorzy umieją zajrzeć do wnętrza ucha i wypróbować, czy chorego da się uleczyć, czy nie. Pamiętajcie szczególniej o jednej rzeczy: zdarzają się dzieci, które od urodzenia nic słyszą. Bardzo prędko można to poznać: dziecię nie obraca główki na głos, na stuknięcie. Takie dziecię nie słyszy żadnych głosów, a zatem i mowy ludzkiej,—nie może się nauczyć mówić. I do jednego kalectwa przybywa mu jeszcze drugie—niemota: z głuchego staje się głuchoniemem. I potem jest nieszczęśliwym kaleką, z którym ledwie na migi można się cokolwiek porozumieć. I starsze dzieci

do lat siedmiu, jeżeli ogłuchną, to wkrótce tracą mowę, choćby poprzednio dobrze mówiły. A jednak, gdyby rodzice, spostrzegłszy głuchotę dziecka, zaraz się udali do doktora leczącego na uszy, to byłoby może odzyskało słuch; słysząc, nauczyłoby się mówić i nie byłoby na całe życie nieszczęśliwe.

Pamiętajcie o tem, rodzice! nie żałujcie pieniędzy i fatygi na przekonanie się u doktora, czy głuchota waszego dziecka da się wyleczyć; nie żałujcie pieniędzy na leczenie dziecka z głuchoty, gdy doktór powie, że wyleczyć można. Jeśli zaniedbacie tego, ciężki, straszny grzech weźmiecie na swoje sumienie; przez niedbalstwo lub skąpstwo swoje **zrobicie głuchoniemym kaleką własne dziecko**, które przy leczeniu możeby słyszało i mówiło, jak inni ludzie.

— —

Oczy. Oczy nazywają ludzie obrazem duszy. Prawda, z oczu człowieka nieraz usposobienie jego przebija. Dobroć, poczciwość, łagodność, gniew, zazdrość: wszystko to widać zwykle po wyrazie oczu. Nie darmo ludzie mówią: „patrzy jak zbój".

Ale z równą słusznością możnaby też nazwać oczy **oknami duszy**. Jak przez okno wchodzi światło do izby, tak przez oczy wpada ono do głowy, łaskocze końce nerwów ocznych i sprawia to, że widzimy wszystko, co nas otacza.

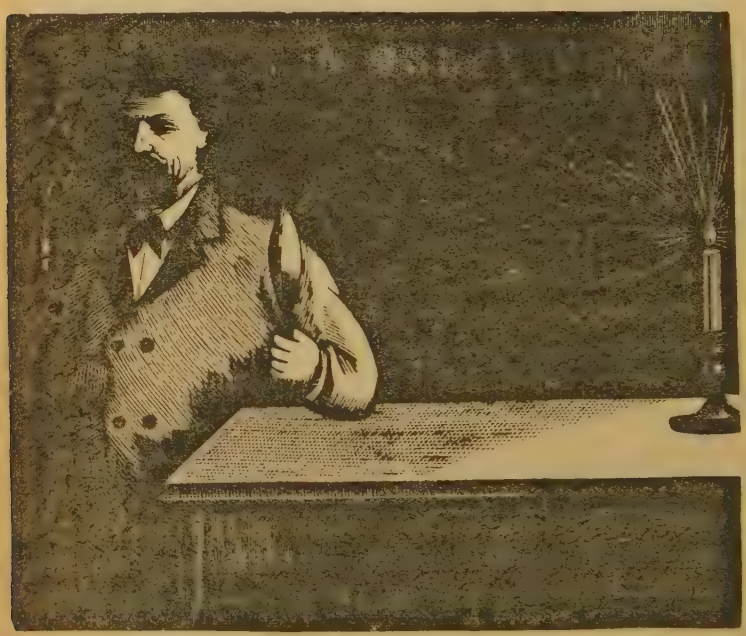
Łatwo zrozumieć, że światło wpada do oka, że uderza końce nerwów ocznych, które się tam znajdują, i że przez to widzimy jasność. Ale jak się to dzieje, że umiemy nie tylko odróżniać jasność i ciemność, lecz **dokładnie widzimy** postać każdego przedmiotu?

Postarajmy się to wszystko zrozumieć.

Czy w zupełnie ciemnej izbie widać cokolwiek? Nic nie widać. Żeby można było co widzieć, trzeba zapalić **świecę**, czy **lampę**, czy **łuczywo**. Jednem słowem, trzeba, żeby jaka rzecz świeciła, wydawała z siebie **światło**. Wtedy światło to rozchodzi się na wszystkie strony, odbija się od przedmiotów i wpada do naszych oczu. W dzień takiem źródłem światła jest **słońce**: promienie światła, idące od słońca, padają na wszystkie przedmioty, odbijają się od

nich, jak piłka od ściany, wpadają do oczu i sprawiają, że widzimy te przedmioty.

Ale światło nie tylko odbija się od powierzchni przedmiotów. Są takie przedmioty, takie ciała, przez które światło nawskroś przechodzi,—naprzykład szyba szklana, woda, powietrze. Takie ciała nazywają się **przezroczystemi.** Z tych ciał przezroczystych zwrócę waszą uwagę na szkło



Na stole stoi świeca. Światło od niej przechodzi przez szkło wypukłe, które człowiek trzyma w ręku. Na przeciwległej ścianie powstaje obrazek świecy, lecz zmniejszony i odwrócony.

Gdybyście wzięli w rękę kawałek szyby i stanęli bliziutko ściany, nawprost jakiego drzewa, trzymając szybę napłask przed ścianą,—to na ścianie nie zobaczylibyście nic.

Ale gdybyście zamiast płaskiej szyby dostali kawałek szkła oszlifowanego wypukło tak, żeby po brzegach było cieniutkie, a ku środkowi coraz grubsze; gdybyście tak samo trzymali przed ścianą to wypukłe szkło: tobyście zobaczyli na ścianie coś bardzo ciekawego. Oto na ścianie, tuż

za waszem szkłem, odbiłyby się wszystkie drzewa, pola, niebo, jakie znajdują się wprost ściany. Tylko cały ten obrazek byłby bardzo maleńki i byłby wywrócony do góry nogami...

Nieprawdaż, jakie to dziwne? Jeśli światło, idące od jakiego przedmiotu, przechodzi przez szkło wypukłe, to z drugiej strony szkła ukazuje się obrazek tego przedmiotu, tylko maleńki i odwrócony.

Tak samo odbiłby się obrazek przedmiotu, gdyby światło od niego przeszło przez inne ciało również wypukłe, jak tamto szkło: naprzykład przez kroplę wody. Nazwiemy takie wypukłe szkło albo inny, również wypukły a przezroczysty przedmiot **soczewką**—i zaczniemy mówić już wprost o oku ludzkiem, wewnątrz którego właśnie znajduje się podobna soczewka.

Patrząc na oko ludzkie, możemy w niem odróżnić **gałkę oczną** i różne części dodatkowe, służące do ochrony oka, jako to: powieki, rzęsy, brwi i inne, o których powiemy później.

Powiek jest w każdem oku dwie. Z tych górna może się podnosić i opadać, dolna jest prawie nieruchoma. Znaczenie powiek jest zupełnie jasne: gdy chcemy **nie widzieć**, zamykamy powieki i nie wpuszczamy światła do oka. Tak się dzieje samo przez się w czasie snu. Kto śpi z powiekami niedomkniętemi, ten zwykle nawpół widzi, a stąd mogą powstawać różne sny.

Rzęsy na powiekach są do tego, żeby odpędzać od oka kurz. Mimowoli człowiek często **oczyma mruga**: wtedy rzęsy górne i dolne zakładają się jedne na drugie i tworzą jakby sito, nie puszczające kurzu.

Brwi, które zwykle uważamy jedynie za ozdobę twarzy, mają też swoje znaczenie: nie pozwalają **potowi** spływać z czoła do oczu. Pot spływa na brwi, a po brwiach—bokiem twarzy. Jest to ważne, bo pot jest cieczą gryzącą, która mogłaby psuć oczy.

Dalej. Oko nieustannie się wykręca: to w prawo, to w lewo, w górę, na dół, ukośnie. Wiemy już, że do poru-

szania muszą być jakieś mięśnie. Otóż każde oko posiada w głębi 6 mięśni, służących do poruszania oka.

Wiadomo także, iż gdzie się odbywa ruch, tam przedmiot poruszający się winien być wciąż gładki, śliski. Z tego powodu smarujemy tryby u maszyn, koła u wozów i tym podobnie. Owóż i oko ma smarówkę, która je utrzymuje w wilgoci i śliskości. Tą smarówką są łzy. Dziwne wam to—nieprawdaż? Wam się może zdawało, że łzy służą tylko do płaczu. Płyną one i przy płaczu; ale wtedy jest ich tak dużo, że aż się przelewają przez powieki. Zwyczajnie zaś wydobywa się łez tyle tylko, ile potrzeba, żeby oko było wciąż wilgotne. Do wyrabiania łez istnieje w głębi dołu ocznego mały gruczołek łzowy, podobny do różowej mięsnej gąbki. Z niego to łzy się sączą.

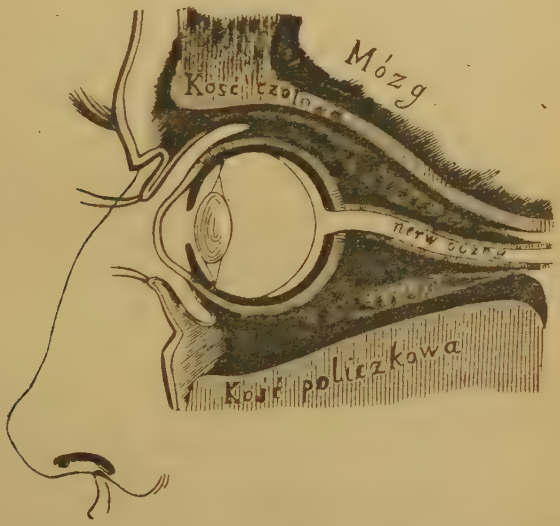
Zapewne niejednemu z was zdarzało się płakać—jak to mówią—rzewnemi łzami. Kobiety szczególniej i dzieci to owe rzewne łzy byle czego wylewają. Otóż nie wiem, czyście zauważyli, że gdy człowiek mocno płacze, to zaraz musi często nos ucierać i wtedy z nosa płynie mu jakby woda... To są łzy. Albowiem od wewnętrznego kąta powiek do nosa jest osobny kanał łzowy do tego, żeby nadmierne łzy mogły sobie odpływać nie tylko oczami, ale i nosem.

Teraz przyjrzymy się samemu oku. Jeżeli je wyjąć z głębi dołu ocznego, przedstawia się ono jako gałka wielkości małego kartofla lub orzecha włoskiego. Gałka utworzona jest z grubej skóry białej, nieprzejrzystej. Tylko na samym przodzie część tej skóry, wielkości grosza, jest zupełnie przejrzysta. Zapamiętajmy, że przejrzysta część skóry ocznej nazywa się rogówką, nieprzejrzysta, biała — białkówką, albo białkiem oka.

Za przejrzystą rogówką widać drugą skórkę. Jest ona albo niebieska, albo bura, to znów zielonawa, czarna — jak u kogo. Znać na niej prążki, idące dookoła i ku środkowi. Ta skóra różnobarwna nosi nazwę tęczówki, i od niej to zależy barwa oczu. Jeden ma oczy modre, inny siwe, ten bu-

re, albo czarne—zależnie od barwy tęczówki. Na starość tęczówka blaknie i oko robi się blade, jakby spłowiałe.

Pośrodku tęczówki znajduje się otwór, niby okienko, zwane źrenicą. Patrząc wprost w oko, wydaje się, że źrenica jest czarną gałeczką, i niejeden myśli, że to jest naprawdę gałka czarna. A tymczasem jest to dziura w tęczówce, prowadząca do wnętrza oka. Że zaś wnętrze jest ciemne, więc i dziura wydaje się czarną. Tylko przez tę małą dziurę, przez tę źrenicę, światło może się dostać do oka.



Oko przekrajane wzdłuż. Z przodu widać dwie powieki z rzęsami. Za powiekami przezroczysta rogówka, przechodząca dalej w białkówkę. Za rogówką widać tęczówkę z otworem źrenicy; tęczówka przechodzi dalej w czarną naczyniówkę. Za źrenicą na prawo leży soczewka. Tylną zaś ścianę oka stanowi siatkówka, od której zaczyna się nerw oczny.

Źrenica ma to do siebie, że może się rozszerzać lub zwężać. Łatwo to sprawdzić. Postaw kogo twarzą wprost jasnego okna i spójrz w jego oczy: źrenice ma małe. Wykręć go teraz tyłem do okna — źrenice jego powiększą się. Dlaczego? Dlatego, że kiedy światło jest mocne, to nie trzeba go dużo wpuszczać do oka. Kiedy zaś jest słabe, trzeba

źrenice rozszerzyć, żeby światła weszło więcej. Rozszerzanie się i kurczenie źrenicy odbywa się mimo woli człowieka.

Tuż prawie za otworem źrenicy znajduje się najpiękniejsza część oka, mianowicie wypukła **soczewka**, przejrzysta, jak najczystsze szkło. Oczywiście tylko, nie jest ona ze szkła, ale z twardej, przejrzystej galarety.

Po tem, cośmy mówili poprzednio o soczewkach, każdy zrozumie, poco jest soczewka w oku.

Przypuśćmy, że przed okiem naszem stoi człowiek. Jest to w dzień. Światło słońca odbija się od całego człowieka i wpada do oka. Przechodzi najpierw przez przejrzystą rogówkę, potem przez soczewkę—i za soczewką, na tylnej ścianie oka odbija się maleńki, wyraźny obrazek tego człowieka. A tam właśnie na tylnej ścianie oka znajduje się cieniutka blaszka z nitek nerwu ocznego. Cóż będzie? Obraz człowieka uraża te nitki nerwu, urażenie dochodzi do mózgu —i widzę człowieka.

Tak się dzieje ze wszystkiem. Gdy przede mną jest drzewo, to za soczewką oczną odbija się maleńkie drzewko; koń — to maleńki konik; i tak dalej. A co się tam w głębi oka odbije, to muszę widzieć. W tem leży cała tajemnica, dlaczego człowiek nie tylko widzi jasność, ale rozróżnia dokładnie każdy przedmiot, znajdujący się przed jego oczyma.

Muszę dodać, że wnętrze oka nie jest puste. Cała część od rogówki do soczewki z przodu napełniona jest cieczą podobną do łez, zwaną **płynem wodnistym**. Z tyłu zaś poza soczewką oko napełnione jest płynem gęstym, galaretowatym. Płyny te nadają kulistość oku; że zaś są przejrzyste, nie przeszkadzają przechodzeniu światła.

Dobrze, powiecie. Ale przecie człowiek ma dwoje oczu. Jeśli więc przed nim stoi koń, to w każdem oku powinien się odbić obrazek tego konia. Będą więc dwa konie, i człowiek powinien zamiast jednego konia widzieć dwa. Tak powinno być ze wszystkiem.

Otóż tak bywa, ale u ludzi zezowatych, u takich, co mają każde oko wykręcone w inną stronę. Nawet każdy

może widzieć wszystko podwójnie, jeśli sobie jedno oko naciśnie w bok i zrobi zeza. Ale gdy człowiek ma oba oczy nastawione prawidłowo, to obydwa obrazy naprzykład jednego konia schodzą się do jednego miejsca mózgu i widzimy jednego konia, tak jak jest naprawdę.

Trzeba wam wiedzieć, że uczeni doktorzy, leczący głównie na oczy, umieją oko zezowate nastawić czasami tak, że zeza nie będzie. Nie kosztuje to wiele, a zawsze niełądnie człowiekowi chodzić z zezem.

Prócz zeza bywają w oczach ludzkich i inne ułomności. Są ludzie, którzy widzą tylko to, co się znajduje blisko nich, a dalej to widzą jak za mgłą, albo prawie wcale nie widzą. Takich nazywamy **krótkowidzami.** Inny znów zbliska widzi źle, a zato zdaleka dobrze; możnaby o nim powiedzieć: widzi pod lasem, a nie widzi pod nosem. Taki jest **dalekowidzem.** I krótkowidzom i dalekowidzom pomagają do dobrego widzenia okulary. Nie powinno się jednak nigdy kupować okularów na chybi trafi u przechodnich węgrów albo Żydów: źle kupione okulary, bez doktora, mogą więcej zaszkodzić wzrokowi, niż pomóc.

Na starość szczególniej ludzie zbliska gorzej widzą. Stary najczęściej, kiedy czyta książkę, trzyma ją zdala od siebie, bo inaczejby liter nie dojrzał. Dlatego to niejeden na starość musi nakładać do czytania lub innej roboty okulary.

Wiele bardzo ciekawych szczegółów dałoby się powiedzieć o oczach, o tych oknach duszy: ale trudno mówić o samem oku. Na zakończenie dam wam tylko taką radę. Oczy są najważniejszem z narzędzi zmysłów. Człowiek, który utracił wzrok, staje się najnieszczęśliwszym kaleką na świecie. Gdy oko zachoruje, naprzykład bieleje, gdy człowiek zaczyna źle widzieć, traci wzrok: wtedy powinien rzucić wszystko i czemprędzej udać się do dobrego doktora ocznego,—a co on każe, powinien chory robić jak najakuratniej. Na miłość Boską, tylko nie leczcie oczu u felczerów—a co gorzej u owczarzy i znachorów! Toć nie każdy doktór nawet podejmie się oko ślepnące leczyć. Tylko ci

doktorzy, którzy głównie na oczy leczą, znają się na tem i mogą wyleczyć. A taki owczarz, co się na tem znać przecie nie może, nie tylko nie poradzi nic, ale prędzej jeszcze ślepoty nabawi. Alboż to mało chodzi po świecie ślepców, którzy dlatego tylko są kalekami, że albo się wcale nie leczyli w początkach ślepoty, albo leczyli się nie u prawdziwych doktorów ocznych, lecz u felczerów i znachorów.

Przyrząd trawienia pokarmów.

Poznaliśmy się ze skórą człowieka, kośćmi, mięśniami, mózgiem, nerwami i zmysłami. Teraz przechodzimy do wnętrzności w jamach ciała. Najpierw pomówimy o budowie i znaczeniu kiszek, czyli o przyrządzie trawienia pokarmów.

Że człowiek musi się żywić, musi jeść i pić, to przecie nie jest nowiną. Bez jedzenia zupełnego wytrzymać można najwyżej osiem do piętnastu dni, bez picia—jeszcze mniej. Zdarzają się wypadki przetrzymania głodu przez trzy tygodnie i więcej, ale to bardzo rzadko. Przed kilkunastu laty jeden Amerykanin, nazwiskiem Tanner, założył się o dużą sumę pieniędzy, że wytrzyma 40 dni bez jedzenia i picia. Z ledwością ten straszny post przetrwał. Ale gdy go chciał drugi raz powtórzyć, tak osłabł, że umarł. Komu zdarzało się nie jeść nic lub prawie nic przez parę dni, ten wie, jakie są skutki braku pożywienia. Przedewszystkiem, nie mówiąc już o strasznych męczarniach głodu i pragnienia, człowiek słabnie, traci siłę: toć koń czy wół, jak mu nie dać dobrze jeść, staje się słabym, ledwie lezie.

Ale nie tylko siłę człowiek traci przy głodzeniu się: traci też i część swego ciała, traci wagę.

Dajmy na to, zwyczajnie waży ktoś 180 funtów; to po głodzie jednodniowym ważyć będzie już tylko 178; po dwóch dniach głodu i pragnienia — 177; po czterech — 176 — i tak dalej. Straci cały tłuszcz, schudnie, zeschnie się, oczy mu się zagłębią w oczodoły, skurczy się, pomarszczy; wreszcie

dostaje gorączki i w strasznych męczarniach umiera. Nic okropniejszego niema nad śmierć z głodu i pragnienia! Bywały wypadki, że ludzie głodni rzucali się na swych słabszych towarzyszów i zjadali ich dla podtrzymania niknącego życia.

Jak rozumieć tę stratę ciała? Czy z głodu ona pochodzi? Nie. Człowiek traci nieustannie część swego ciała: to w odchodach, to w moczu i pocie. Najwięcej jednak traci przez skórę i płuca, — o czem dowiemy się później szczegółowo. Przy pracy, przy ruchu każda rzecz się psuje, ubywa jej potrochu: pług się wyciera, wóz się niszczy. Otóż i ciała człowieka ubywa wciąż, zarówno przy ruchu

zewnętrznym, jak i tym, który się odbywa nieustannie w jego wnętrzu. Ubywa kości, mięśni, mózgu, skóry—wszystkiego.

Jeśli człowiek się żywi, to właśnie **pokarmem wynagradza ubywanie swego ciała.** Jeśli cierpi głód, to straty tej niczem nie wynagradza i dlatego ginie i umiera.

Powtarzamy jeszcze raz: **pokarmy dają nam siły; pokarmy wynagradzają nieustanny ubytek naszego ciała — czyli pokarmy odżywiają nasze ciało.**

Cóż jednak nazywamy pokarmem?

Wiadomo co: przecież nie kamienie, glinę, piasek, węgle, naftę, ale chleb, ziemniaki, kaszę, kluski, mleko, ser, jaja, mięso, słoninę, masło, owoce, wodę, piwo i tym podobnie. Pokarmy więc są takie rzeczy, które, przyjęte wewnątrz, odradzają ciało człowieka. Nie wszystko więc może być pożywieniem. Rozejrzawszy się w różnych pokarmach i napojach, zobaczymy, że za pożywienie mogą służyć tylko takie rzeczy, w które wchodzi:

mąka — jak naprzykład: chleb, bułka, kluski, kasza, ziemniaki, groch, kukurydza;

mięso albo **białko***), a zatem wszelkie mięsa, mleko, ser, jaja;

tłuszcz — naprzykład: słonina, masło, śmietana, olej, oliwa;

cukier—cukier kupny z buraków, cukier w owocach, marchwi, brukwi, kapuście;

woda.

Stąd też pożywienie ludzkie może być: mączne, białkowe, tłuszczowe, cukrowe, wodniste. Najczęściej w pokarmach naszych są różne rzeczy z natury już pomieszane. Mięso czy białko zawsze bywa z tłuszczem; a jeżeli nie, to umyślnie dodajemy słoniny lub masła.

W mleku jest dużo wody, trochę tłuszczu, nieco **cukru** i trochę rozpuszczonego białka.

---

*) Białkiem nazywamy wszelki materjał podobny ze swego składu i własności do białka w jajku kurzem.

Do klusek, które składają się z wody i mąki, dodajemy jajka, a krasimy słoniną.

W każdem wreszcie pożywieniu jest zawsze większa lub mniejsza ilość wody.

Człowiek z przyrodzenia stara się, żeby w jego pożywieniu było dosyć mąki, tłuszczu, mięsa, nieco cukru i dużo wody.

Prócz tego dla smaku dodaje się trochę **soli** albo **octu**, czy innego kwasu, albo **pieprzu i korzeni**. Ale to nie są pokarmy, lecz **przyprawy** do pokarmów. Niktby się samą solą ani tembardziej pieprzem nie najadł; chlebem zaś lub mięsem samem nasyci się. Jednak dla smaku i te przyprawy są potrzebne, a sól nawet konieczna jest dla zdrowia.

Uczeni doktorzy starali się dojść przez rozmaite próby, jakie też pokarmy są dla nas najzdrowsze i najposilniejsze. Otóż okazało się, że dla człowieka dorosłego najlepsze są te pokarmy, w które wchodzą **cztery części pożywienia mącznego i jedna część mięsnego** (czyli białka), **nieco tłuszczu i cukru, oraz poddostatkiem wody.** Wypada więc, że człowiek powinien dziennie zjadać około 2 funtów pokarmów mącznych (chleba, klusek i t. p.) i przynajmniej pół funta mięsnych (to jest: jaj, sera, mleka lub mięsa). Dla dzieci pokarmy muszą być inne: dla małych dziatek najlepszym jest mleko.

— Dobrze — powiecie — mówić o mięsie temu, kto ma na to. A tu człowiekowi ledwie starczy na barszcz z kartoflami, kartofle i barszcz na południe i znowu kartofle na wieczerzę.

Z pewnością! Byłoby nieuczciwie wymawiać biedakowi, że nie jada codzień zrazów albo pieczeni. Ale trudno ukrywać prawdę, że żywienie się samemi kartoflami nie jest dobre. Człowiek, który nie jada często mięsa czy mleka, choć niby zdrów, niby wygląda dobrze, ale nie jest taki silny, jakby mógł być, gdyby prócz mącznych rzeczy jadał mięsne. Powiadają ludzie uczeni, że inne narody, bogatsze i szczęśliwsze od naszego, jak naprzykład Anglicy, Niemcy, jedzą mięsa znacznie więcej i dlatego tam ludzie

po wsiach są silniejsi. A znów mówią, że my Polacy i Irlandczycy, którzy też głównie ziemniakami się żywią, jesteśmy mniejsi wzrostem i słabsi.

Szczególniej widać to po rekrutach: co kilkanaście lat trzeba było zmniejszać u nas miarę rekrutów, bo ludzi wysokich, barczystych coraz jest mniej. Z pewnością wpływa na to bieda ogólna; ale bieda dusi głównie tego, kto przed nią ręce opuści i nie myśli o sposobach, jakby się z niej raz przecie wydostać.

Nie będę dłużej mówił o pokarmach. Ciekawych czytelników odsyłam do książki: „Co robić, aby być zdrowym i długo żyć“ przez doktora J. Zielczaka i do innych książek. Tam bardzo jasno napisano, co, jak, ile i kiedy człowiek powinien jeść, żeby mieć siły i zdrowie.

A my tymczasem wytłumaczymy, jakim sposobem chleb, mięso, masło, woda i inne pokarmy mogą odżywiać nasze ciało; jak one mogą wynagradzać nam nieustanny ubytek kości, mózgu, mięsa, tłuszczu i t. d. Weźmy, naprzykład, kości człowieka.

Powiadają ludzie, że co siedem lat w człowieku zmieniają się kości. Co siedem—nie co siedem; ale uczeni przekonali się, że każdej kości od strony szpiku potrosze ubywa, a od zewnątrz, tam, gdzie jest błona okostna, kość narasta. Do narastania kości potrzebny jest materjał kostny. A ten materjał kostny składa się z rozmaitych rzeczy: trochy wapna, trochy fosforu*), trochy węgla, wody i innych rzeczy. Trzeba zaś wiedzieć, że wszystko to znajduje się w naszych pokarmach: w mące, mięsie i tak dalej. Jesz tedy chleb z kiełbasą, a z tego mają narosnąć twoje kości. Jak? — A tak: chleb i kiełbasa rozpuszczają się w żołądku i kiszkach; rozpuszczone dostają się do rurek z krwią. Krew zabiera sobie z tych rozpuszczonych pokarmów wszystko, co w nich było: także wapno, fosfór, węgiel, wodę. Krew, prze-

*) Fosfór — jest to minerał, zapalający się od potarcia; z niego robią łebki zapałek.

pływając przez kości, oddaje kościom wapno, fosfór, węgiel, wodę — czyli właśnie materjał kostny — i z tego kości narastają.

Tak samo jest z odżywianiem, czyli odnawianiem wszystkich części ciała ludzkiego.

Z tego wszystkiego okazuje się, że **pokarmy**, które zwykle są twarde albo półtwarde, **dla przejścia z kiszek do krwi muszą się zamienić na płyny.** Ta zamiana w płyny, to rozpuszczanie pokarmów dzieje się właśnie w przyrządzie pokarmowym, czyli poprostu w kiszkach. Ponieważ zaś rozpuszczanie się pokarmów w kiszkach nazywamy trawieniem, więc i cały przyrząd, w którym się to odbywa, zowie się inaczej **przyrządem trawiącym.**

Będziemy opisywali przyrząd trawiący, wyjaśniając jednocześnie na przykładzie, do czego służą wszystkie jego części.

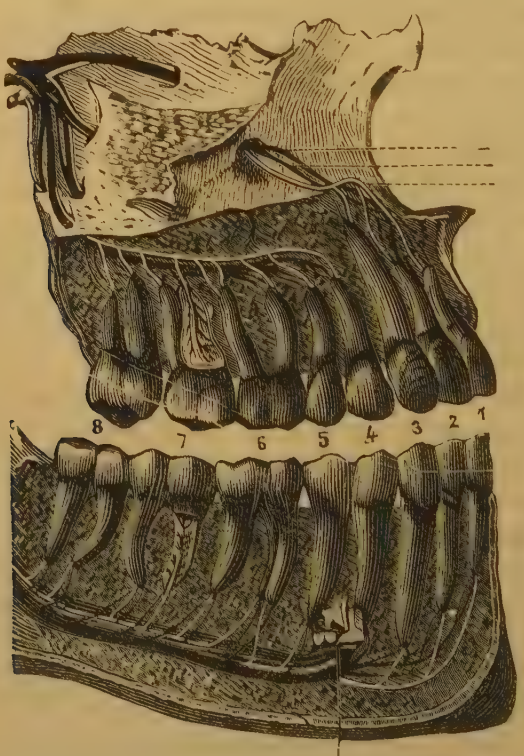
Jesz, naprzykład, czytelniku, chleb z tłustą kiełbasą i zapijasz piwem. Wcale przyjemny przykład, nieprawdaż? Kładziesz tedy najpierw pokarm do **ust** i odgryzasz go **przedniemi zębami.**

Mówię—przedniemi zębami, bo człowiek ma trojakiego rodzaju zęby. Na przodzie w górnej szczęce 4 zęby przednie, albo **siekacze.** Za siekaczami po jednym zębie ostrym, śpiczastym, zwanym **kłem.** Za kłami po pięć z każdej strony szerokich, płaskich **zębów trzonowych.** W dolnej szczęce jest tak samo. Razem więc w obu szczękach: 8 siekaczy, 4 kły i 20 zębów trzonowych, to jest wszystkiego 32 zęby. Tak jest u człowieka dorosłego. U dzieci do pół roku niema zwykle zębów wcale. Potem do lat 7-miu rosną zęby zwane **mlecznemi,** których jest razem 20. Między 7-ym a 12-tym rokiem zęby mleczne wypadają, a na ich miejscu rosną **zęby trwałe.** Cztery ostatnie zęby trzonowe wyrastają zwykle dopiero w 20-ym roku życia, albo i później, i dlatego nazywają je **zębami mądrości.**

Chociaż to nas trochę oderwie od trawienia, ale jeszcze parę słów powiemy o zębach: raz dlatego, że są one

bardzo ważnym przyrządem; a potem choćby dla tego okropnego bólu zębów, jaki niejednemu daje się dobrze we znaki, a o którego przyczynach nie każdy dobrze wie.

Ząb mieści się w osobnym dołku szczęki i jest do ścianek tego dołka zębowego mocno przyrośnięty w dziąśle. Część zęba ukryta w dołku nazywa się **korzeniem**, a część wystająca **koroną** zęba. Siekacze i kły mają po jednym korzeniu, zęby trzonowe — po jednym, dwa, trzy, a nawet po cztery korzenie.



№ 1 i 2—siekacze; № 3—kły; № 4, 5, 6, 7, 8—zęby trzonowe. (Szczęki są rozcięte; widać zębodoły i nerwy dochodzące do każdego zęba).

Ząb zbudowany jest z kości, ale ta kość nie wszędzie jest jednakowo twarda. Kość, która tworzy korzeń, jest mięk-

sza; kość zaś pokrywająca z wierzchu koronę jest bardzo twarda: nazywa się ona **szkliwem zęba**, połyskuje bowiem pięknie, jak szkło. Szkliwo musi być twarde, bo ono właśnie służy głównie do gryzienia. Pod szkliwem jest kość zębowa miększa, delikatniejsza.

Wewnątrz ząb jest wydrążony, napełniony miękką miazgą; tam mieszczą się rurki, doprowadzające krew do zęba, a także gałązeczki jednego z nerwów twarzowych. Te rurki i nerw wchodzą do zęba przez mały otworek na końcu jego korzenia (patrz na poprzednim rysunku). Póki ząb jest cały, póty służy on jak należy. Niech jednak w jakiem bądź miejscu szkliwo się wykruszy, zaczyna się psucie zęba. Powoli w tem miejscu ząb kruszy się coraz bardziej, coraz głębiej,—aż robi się dziura, prowadząca do owej jamki wewnątrz zęba. Wtedy dopiero zaczyna się bieda. Byle co: czy jedzenie trochę zalezie, czy wiatr chłodniejszy albo woda zajdzie, — uraża się zaraz koniec nerwu zębowego i zaczyna się ból. Czasem tylko ćmi potrochu; ale niekiedy chwyta ból taki, że zda się głowa pęknie.

Wtedy niema rady: trzeba iść do felczera albo doktora, rwącego zęby (dentysty). Ten założy klucz osobny lub szczypczyki: szast! pociągnie raz, drugi — i ząb zepsuty wyjmie. To potem człowiekowi żal zęba, bo przecie nowy nie wyrośnie, ale rad ze swej straty, gdyż pozbywa się na zawsze bólu w tym zębie *).

Od czego jednak szkliwo na zębach może się popsuć? Po pierwsze, od gryzienia bardzo twardych rzeczy: orzechów, pestek od śliwek, kości, cukru i tym podobnych rzeczy. Powtóre, od nieporządku, od niepłókania ust. Zajrzyjcie komu do ust rano po wstaniu, a przekonacie się, ile to tam na języku, na podniebieniu i zębach osiadło przez noc rozmaitego paskudztwa, jakby pleśni białawej. Rzeczy-

*) Jeżeli ząb nie jest zupełnie zepsuty, można dziurkę oczyścić i włożyć w nią sztuczną masę lub złoto—czyli t. zw. plombę. Plombowanie zębów jest lepsze od wyjmowania, ale kosztowniejsze i wymaga dobrego dentysty.

wiście jest to **pleśń ustna.** Ona to sprawia, że człowiekowi rano tak niemiło w ustach; ona też obrasta mocno język w gorączce (dlatego doktorzy chorym każą pokazywać język). Jedna z tych pleśni wrasta w najmniejszą szparkę zęba i psuje go, tworząc owe czarne plamki. Przez płókanie zęby się oczyszczają i pozostają zdrowe.

Ponieważ zęby służą nie tylko do ozdoby, ale i do gryzienia pokarmów, więc wymyślono sposoby wprawiania sztucznych zębów. Czy to jeden z ludzi bogatszych ma kilka zębów albo szczękę wprawioną! Zęby sztuczne robią się z twardej masy, naśladującej kość, i są osadzone w osobnej szczęce, która nakłada się na prawdziwą. Po zręcznem nałożeniu można niemi jeść i gryźć miękkie rzeczy prawie tak, jak prawdziwemi. Początkowo trochę nieprzyjemnie czuć coś obcego w ustach, — ale potem człowiek przywyka i kontent ze swych sztucznych zębów.

Owóż po włożeniu pożywienia do ust siekacze i kły odcinają kawałki pokarmu, a język przerzuca je na **zęby trzonowe**, które pokarm rozcierają. Tymczasem z trzech par gruczołów, które leżą koło uszu i pod językiem, sączy się obficie **ślina**; język zaś wciąż pracuje, przerzucając pokarm to na jedną stronę ust, to na drugą i mieszając go ze śliną.

Tak w ustach pokarm zostaje roztarty, rozmieszany ze śliną i urobiony w **miękkie gałki**, zwane **kęsami.** Im lepiej pokarm się pogryzie i dokładniej ze śliną zmiesza, tem się lepiej trawi w żołądku i kiszkach. Źle pogryzione pokarmy drażnią błonę żołądka, mogą być przyczyną bólów i różnych chorób (wrzodu, nawet raka).

Kęs zostaje wciągnięty w głąb jamy ustnej—i wtedy następuje jego **przełknięcie**. Pokarm dostaje się do **przełyku**, rury, leżącej wzdłuż jamy piersiowej. Ścianki tej rury są gładkie, śliskie — i kęsy ześlizgują się po nich wprost do żołądka.

Żołądek jest to rozszerzenie tejże samej rury przełykowej, mające postać jakby torby. Leży on pod przeponą, wpoprzek brzucha, od strony lewej ku prawej. W ścianach żołądka znajdują się tysiące maleńkich gruczołków, z któ-

rych przy wpadnięciu pokarmu sączy się ostra, kwaśna ciecz — **sok żołądkowy.**

Kiedy już pokarm dostanie się do żołądka i napełni go dostatecznie, początek i koniec torby żołądkowej zaciska się i zaczyna się **trawienie pokarmu.** A pamiętamy, jaki był nasz pokarm: chleb, tłusta kiełbasa i piwo.

Chleb miesza się ze śliną, która wciąż do żołądka spływa; w tej ślinie chleb powoli rozpuszcza się, zamienia się na ciecz słodkawą, podobną do rozpuszczonego cukru. Zostają z niego tylko twarde kawałki, trochę otrąb i innych części, nie rozpuszczających się w ślinie.

Kiełbasa jednak, mięso w ślinie nie rozpuszcza się wcale. Ale zato rozpuszcza się doskonale w soku żołądkowym. Sok rozbija kęs na drobne niteczki mięsne i powoli rozpuszcza je na ciecz, podobną nieco do białka z jaja kurzego.

Tak mieszając się ze śliną i sokiem żołądkowym, pokarm przewraca się powoli po żołądku, póki nie stanie się masą półpłynną, zwykle żółtawej barwy, podobną do papki z bułki. Tak rozdrobniony pokarm w żołądku nazywa się **miazgą pokarmową.**

Z kęsa tedy zrobiła się miazga. Składa się ona z rozpuszczonego chleba i mięsa, z tłuszczu, piwa połkniętego, dalej z nierozpuszczonych jeszcze ostatecznie kawałeczków mięsa i chleba, a wkońcu z resztek, które się wcale już nie rozpuszczają i później zostaną wyrzucone.

Po upływie dwóch czy trzech godzin ujście żołądka otwiera się i miazga spływa do dalszej części rury pokarmowej. Rura ta cienka, długa blisko na 12 łokci i mocno pokręcona w brzuchu, nazywa się **kiszką cienką.**

Tutaj odbywa się dalsze rozpuszczanie tych części miazgi, które się niedość rozpuściły w żołądku. A odbywa się ono zapomocą dwóch cieczy, które wpływają na samym początku kiszki: zapomocą **żółci i soku trzustkowego.** Żółć jest zielonawym, gorzkim płynem, który zbiera się z wątroby w osobnym pęcherzyku żółciowym, a potem wpływa do kiszki. Wątroba jest to ogromny, ciemno-brunatny gru-

czoł, który leży z prawej strony brzucha pod przeponą, poza żołądkiem.

Wątroba człowieka dorosłego wyrabia do dwóch funtów żółci na dobę.

Do czego jednak potrzebna jest żółć?

Potrzebna jest do trawienia tłuszczów. W zetknięciu z żółcią wszelkie tłuszcze rozbijają się na drobne kuleczki, mieszają się z żółcią i innemi sokami—i wówczas wyglądają jak mleko. Prócz tego wątroba wyrabia z pokarmów pewien rodzaj cukru i zasila nim krew, która obficie przez nią przepływa.

Sok trzustkowy wydziela się z gruczołu, zwanego **trzustką**; leży ona w brzuchu pod żołądkiem i ma rurkę, prowadzącą sok do kiszki cienkiej. Zapomocą soku trzustkowego rozpuszczają się do reszty te kawałeczki mięsa i chleba, które się niedość rozpuściły w żołądku.

I tak z chleba, kiełbasy, słoniny i piwa zrobił się teraz płyn gęsty, białawy, podobny do mleka i zwany też **mleczkiem kiszkowem.** W mleczku znajdują się tu i ówdzie te kawałki pokarmu, które się wcale nie dały strawić.

Tak więc pokarm został ostatecznie zmieniony w mleczko kiszkowe.

Wskutek nieznacznego kurczenia się kiszek, mleczko to posuwa się w nich coraz dalej; zaczyna go ubywać, aż przy końcu kiszki cienkiej mleczka już niema: zostały tylko zebrane razem niestrawione resztki pokarmu, pomieszane z żółcią i innemi sokami. Te resztki przedostają się do ostatniego oddziału rury pokarmowej, zwanego **kiszką grubą.** Jest ona u człowieka gruba na dwa do trzech palców. Idzie od dołu brzucha z prawej strony w górę, zakręca się przed żołądkiem na lewo, opuszcza się potem w dół i dochodzi do odbytu. Tędy zwykle codzień wyrzuca się niestrawione resztki pokarmu jako kał.

A cóż się stało z pożywnem mleczkiem, które było w kiszce cienkiej? Mleczko to przesączyło się z tej kiszki

do rurek z krwią, zasiliło sobą krew i samo w krew się zmieniło. Stało się to tak.

Gdybyście wycięli kawałek kiszki cienkiej, — dajmy na to z wieprza, — rozcięli ją wpodłuż i zajrzeli do wnętrza, tobyście zobaczyli, że na wewnętrznej powierzchni kiszki sterczy pełno malutkich brodaweczek. Każda brodaweczka jest jakby woreczkiem, utworzonym z bardzo cienkiej błonki; wewnątrz jest ona pusta. Ale tam wewnątrz brodaweczki kiszkowej znajdują się dwie rurki; jedna z nich, tworząca siateczkę, zawiera krew — jest to **rurka krwionośna.** Ta rurka łączy się z takiemi samemi rurkami sąsiednich brodaweczek i wychodzą one na zewnątrz kiszki, przyrośnięte do błony, która wszystkie kiszki potrzymuje. Potem łą-

Po prawej stronie kawałek kiszki. Od niej zaczynają się rurki chłonne, które prowadzą mleczko do dużej rury chłonnej.

czą się one jeszcze z innemi takiemiż rurkami i otwierają się do dużej rury z krwią, leżącej w głębi brzucha. Otóż część mleczka kiszkowego (szczególniej zaś słodkie cukrowe płyny, a więc płyn rozpuszczonego chleba, piwo i inne) przesącza się przez ścianki brodaweczek, dostaje się do tych rurek z krwią, przepływa potem przez wątrobę, tam się

oczyszcza i już płynie dalej z krwią, zasilając ją nowem pożywieniem.

Druga część mleczka przesącza się tak samo przez brodaweczki, lecz wchodzi do innej rurki, która zaczyna się wewnątrz brodaweczki Rurka ta zowie się rurką chłonną, gdyż pochłania mleczko. Rurki chłonne, tak samo jak tamte krwionośne, łączą się z sobą w większe rurki i prowadzą mleczko z kiszek do jednej grubej rury z krwią, leżącej już bliżej serca.

Tak zapomocą rurek krwionośnych i rurek chłonnych, które zaczynają się w brodaweczkach kiszkowych, wszystko mleczko przedostaje się do krwi. Wtedy krew wciąga je w siebie, mleczko przerabia się samo na krew, opływa całe ciało, zasilając, odbudowując najmniejszą jego cząstkę.

Powtórzymy jeszcze raz w krótkości, jak zostały strawione kiełbasa ze słoniną i chlebem, popijane piwem.

W ustach zostały one rozgryzione i pomieszane ze śliną na kęs.

W żołądku zaczęło się trawienie, t. j. rozpuszczanie. Ślina rozpuściła chleb na płyn cukrowy, sok żołądkowy rozpuścił mięso na płyn podobny do białka. Zrobiła się z tego wszystkiego miazga.

Po przejściu do kiszki cienkiej miazga rozpuszczała się dalej: żółć z wątroby rozpuściła słoninę, a sok trzustkowy — resztę kiełbasy i chleba. Zrobiło się mleczko kiszkowe.

Przepływając przez kiszkę cienką, mleczko wraz z piwem przesączyło się do rurek z krwią i rurek chłonnych, dostało się do krwi i zasiliło krew.

Niestrawione resztki zebrały się w kiszce grubej i wyszły z nas na zewnątrz.

Otóż podobnie jak chleb, kiełbasa i piwo, przetrawiają się wszystkie inne pokarmy.

Pokarmy mączne rozpuszcza ślina i sok trzustkowy.

Pokarmy mięsne, czyli białko, rozpuszczają się w soku żołądkowym, a potem w soku trzustkowym.

Tłuszcz rozpuszcza żółć i sok trzustkowy. Płyny (woda, piwo, wódka, wino) zostają wessane do krwi odrazu w kiszce cienkiej.

Niestrawne, nierozpuszczalne części pokarmu wychodzą z nas na zewnątrz jako kał.

Teraz pomówimy krótko o tem, co się dzieje, jeśli człowiek zje co niestrawnego.

Dostaje nudności, albo bólu żołądka lub kiszek, słowem—zaczyna chorować. Niestrawny pokarm leży w jego żołądku lub kiszkach, nie może się z łatwością przesuwać przez kiszki. Psuje się więc tam, gnije, wytwarzają się z niego gazy, które sprawiają boleści.

To samo bywa, gdy się zje nad miarę, obje się. Wtedy na wielką ilość połkniętego pokarmu nie wystarcza soków trawiących: a więc nadmiar pokarmu znowu się psuje i sprowadza chorobę.

A bywają też choroby, zależne od natury człowieka lub pochodzące z zarażenia. U jednego, naprzykład, żołądek wyrabia za mało soku, albo sok ten jest zanadto kwaśny. U innego żółci bywa za dużo, aż się przelewa do żołądka i sprawia często niestrawność. U innego katar zagnieździł się w żołądku albo w kiszkach. Jeszcze u innego pokarmy przechodzą przez kiszki tak prędko, że nie zdążą dostać się do krwi. Inny dostał krwawej biegunki; inny tyfusu — strasznej choroby, podczas której robią się wrzody na kiszkach.

Na tych różnych chorobach znają się tylko doktorzy i umieją je leczyć. A leczyć się w chorobach kanału pokarmowego, nie zaniedbywać takich chorób jest obowiązkiem rozumnego człowieka. Niedarmo mówi przysłowie: żołądek — to gospodarz. Gdy ten gospodarz chory, cały człowiek niewiele wart. I nie może być wiele wart, bo on nieborak nie odżywia się dostatecznie: on więcej ciała i sił wciąż traci, niż zyskuje ich przy swojem niedokładnem trawieniu pokarmów.

A cóż dopiero mówić o dzieciach? Tych połowa umie-

ra z powodu chorób żołądka i kiszek, bo matki zaraz po odstawieniu od piersi dają im jeść wszystko, co jedzą dorośli. A dziecko nie ma przecie wszystkich zębów i ma bardzo delikatny przewód pokarmowy.

O krwi i jej krążeniu po ciele.

Kto nie widział krwi? Jest to płyn pięknej jasno czerwonej barwy, który znajduje się w całem ciele, z wyjątkiem chrząstek, włosów i paznogci.

Ale nie zawsze krew jest jasno-czerwona. Krew, którą puszczają felczerzy chorym, jest barwy ciemno-czerwonej, prawie fioletowej. Ludzie nieświadomi rzeczy aż się dziwią, że puszczona krew jest taka ciemna; powiadają, że jest zapiekła, chora. A felczer, jeśli jest oszustem, umyślnie rozpowiada, że to krew chora i że z nią razem choroba wyjdzie... Ale to wszystko kłamstwo. Gdyby puścić krew najzdrowszemu w świecie człowiekowi, to też byłaby taka ciemna. Człowiek bowiem ma w swojem ciele dwa rodzaje krwi: jedna jest **jasno-czerwona**, a druga—**ciemno-czerwona**. Jasna krew płynie rurami, idącemi od serca do całego ciała (tętnicami); a ciemna płynie innemi rurami, idącemi od całego ciała do serca (żyłami). I jeszcze jedno powiem: jasna krew jest pożywna dla naszego ciała,—niesie mu ona cały zasiłek; a ciemna krew jest niepożywna,—ma w sobie różne nieczystości, które zabiera z ciała, żeby je potem wydalić. Dlaczego jasna krew jest posilna, a ciemna nieposilna — wytłumaczymy potem.

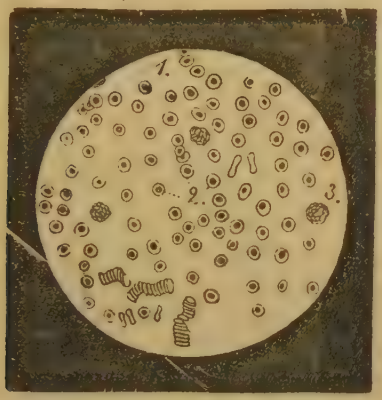
Rozpatrując krew gołem okiem, widzimy, że jest to płyn dosyć gęsty, wszędzie jednakowy. Gdybyśmy jednak kropelkę krwi podłożyli pod szkło powiększające drobnowidza, tobyśmy ujrzeli, że krew składa się z dwóch części: z cieczy wodnistej jasno-żółtej i z wielkiej ilości maleńkich czerwonych krążków, pływających w tej cieczy.

Ciecz nazwiemy **osoczem krwi**, a kulki—**czerwonemi**

krążkami krwi. Między czerwonemi krążkami krwi widać tu i ówdzie większe nieco kuleczki bezbarwne, które się nazywają białemi kulkami krwi.

Macie tutaj na rysunku przedstawioną w powiększeniu około 300 razy kroplę krwi ludzkiej.

Osocze jest jasne; w niem widać pływające krążki i kulki krwi. Pierwsze są płaskie, raczej do talerzyków podobne; jest ich przytem dużo: to są czerwone krążki



№ 1 — osocze. № 2 — czerwone krążki. № 3 — białe kulki krwi.

Białych zaś kulek jest zaledwie kilka. Możecie sobie wystawić, jakie to wszystko muszą być maleństwa, kiedy w jednej kropelce tyle się tego mieści.

A jednak te maleństwa są właśnie bardzo ważną częścią krwi: one bowiem wciągają w siebie pożywne soki z mleczka pokarmowego; potem, płynąc rurkami, roznoszą pożywienie po najdalszych zakątkach naszego ciała; one wreszcie zabierają z ciała różne niepotrzebne, zużyte już części. Białe ciałka wchłaniają w siebie różne pasorzyty (grzybki), które krążą we krwi chorych. Są to obrońcy człowieka od zaraz.

Wiadomo, że gdy zostawić trochę krwi na misce czy w szklance, to ona się bardzo prędko zsiada. Gdyby to robić w szklance, to po krótkim czasie krew podzieliłaby się na dwie części. Na wierzchu pływałaby jakby czerwo-

na gęsta galareta, a pod nią byłby jasno-żółty płyn. Ta galareta nazywa się **skrzepem krwi** i tworzy się tak: gdy krew wyjdzie na zewnątrz ciała i zetknie się z powietrzem, natychmiast w jej osoczu powstają cienkie niteczki, jakby włókienka, które otaczają krążki krwi i razem tworzą skrzep. Zdaje się mała rzecz, a jest to bardzo ważne, naprzykład przy zranieniach. Zwykle krew z rany zatrzymujemy sztucznie: czy to naciskając miejsce krwawiące, czy kładąc gałganek z octem. Ale z mniejszych ran krew po pewnym czasie sama się zatrzymuje w ten sposób, że robi się z niej skrzep i ranę zatyka.

Mówiliśmy już o tem, że krew roznosi pożywienie po całem ciele. W osoczu krwi i jej krążkach mieści się więc wszystko, co jest potrzebne do odbudowy naszego ciała: jest tam rozpuszczony materjał na kości i zęby, na mięśnie, włosy, paznogcie, mózg, nerwy, skórę i t. d.; dalej materjał, z którego wyrabiają się różne ciecze i soki w ciele: ślina, sok żołądkowy, żółć, mleko u kobiet. We krwi też znajdują się rozpuszczone gazy, wychodzące nam z ust przy oddychaniu; wreszcie różne nieczystości, z których tworzy się pot i mocz.

Przepływając nieustannie po całem ciele, krew zostawia w każdem miejscu to, co tam właśnie jest potrzebne, a zabiera napowrót części zużyte. W kościach więc zostawia materjał na budowę kości; w mięśniach — materjał, z którego odbudowuje się mięso; w mózgu — to, co jest potrzebne do zasilenia mózgu i t. d.

Żeby jednak dobrze zrozumieć, jak się to wszystko odbywa, trzeba nam poznać ten przyrząd, który roznosi krew po najdalszych częściach naszego ciała, mianowicie **przyrząd krwionośny.**

Przyrząd krwionośny składa się z czterech następujących części:

Po pierwsze — **z serca.**

Powtóre—z rur, prowadzących krew z serca do ciała, **to jest z tętnic.**

Po trzecie—z rur, prowadzących krew z ciała do serca, czyli **żył.**

Po czwarte—z cienkich rureczek, które łączą ostatnie gałązki tętnic z ostatniemi gałązkami żył, tak że krew może swobodnie przepływać do najcieńszych żyłek. Te rurki, cieńsze od najcieńszego włosa, nazywają się **rurkami włoskowatemi.** Mamy w ęc: **serce, tętnice, żyły i rurki włoskowate,** łączące tętnice z żyłami.

Opiszemy po kolei te różne części przyrządu krwionośnego.

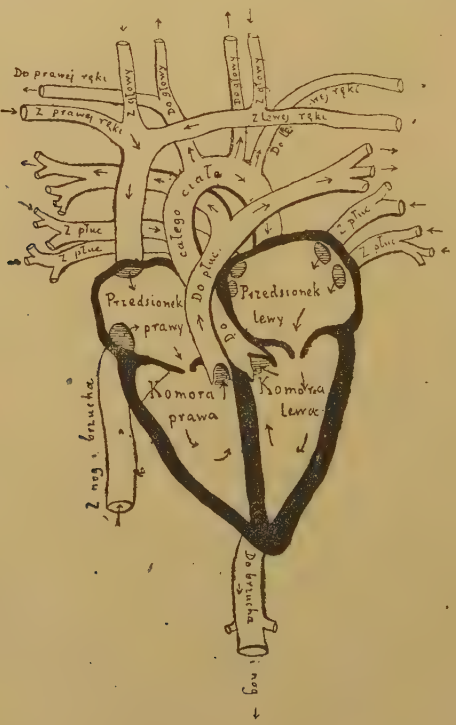
Serce. Jest to worek mięsny, który może się kurczyć i rozkurczać, przez co rozpędza krew po ciele. U góry serce jest grubsze, ku dołowi cieńsze. Serce leży pośrodku piersi, lecz swym śpiczastym końcem zwraca się nieco ku lewej stronie; tam też czuć kołatanie serca.

Obejrzeć serce ludzkie byłoby dla was rzeczą niemożliwą. Ale zamiast niego możecie się przyjrzeć sercu, wyjętemu naprzykład z cielęcia. Jest ono prawie zupełnie podobne do serca ludzkiego. Odciąwszy przednią połowę takiego serca, moglibyście zobaczyć cały skład wewnętrzny. Zobaczylibyście przedewszystkiem, że wpodłuż serca, w jego wnętrzu, znajduje się jakby przegroda, która dzieli je na dwie połowy: prawą i lewą. Wydaje się to, jakby człowiek miał dwa serca: prawe i lewe, zrośnięte ze sobą w jedno. I co jeszcze ważne i ciekawe: prawe serce jest zawsze napełnione krwią ciemną, a lewe krwią jasną.

Niedość na tem. Okazuje się, że każda połowa serca składa się znowu z dwóch części: górnej i dolnej. Górna część ma ściany cienkie, dolna grube. Górną nazwano **przedsionkiem serca,** a dolną — **komorą.** Będą więc w sercu: prawy przedsionek i prawa komora; lewy przedsionek i lewa komora. (Patrz na rysunku). Przedsionek od komory nie jest odzielony w zupełności: owszem jest tam otwór, prowadzący z przedsionka do komory. Ale ten otwór jest zamknięty szczególnemi **klapkami.**

W prawej połowie serca są 3 klapki, w lewej 2. Są

one urządzone tak, że mogą się otwierać tylko wtedy, gdy je krew pcha od przedsionka do komory; gdy je zaś pchać w przeciwną stronę, od komory do przedsionka, to klapki schodzą się i zamykają szczelnie otwór, prowadzący z przedsionka do komory. Do czego służy takie urządzenie klapek, zaraz zobaczymy.



Rysunek przedstawia serce z odciętą przednią połową i rury krwionośne, wchodzące do serca i wychodzące z serca.

Powiedziałem już, że serce u żywego człowieka niestannie kurczy się — jak mówimy — bije. Każdy o tem wie; każdy może przyłożyć rękę z lewej strony piersi tuż przy mostku, a będzie mógł nawet policzyć, jak często serce bije. Okaże się, że od 60-ciu do 80-ciu razy na minutę.

To bicie serca nie może ustawać ani na chwilę: odbywa się ono w dzień i w nocy, w pracy i spoczynku; czasem prędzej — naprzykład w radości, w oczekiwaniu, gniewie; czasem wolniej — naprzykład w smutku, przestrachu. Gdy wypadkiem na krótką chwilę serce bić przestaje, człowiek mdleje; jeśli ustanie na dłużej — następuje śmierć.

Bicie, kurczenie się serca odbywa się samo przez się: nie zależy ono od woli człowieka. Choćbyś nie wiem jak chciał, żeby serce twoje bić przestało, to na nic się nie zda: ono bić będzie wciąż po swojemu. Jeżeli serce wyjąć z klatki piersiowej (np. u żaby), to ono przez jakiś czas nie przestaje się kurczyć. Taka jest jego żywotność!

Samo zaś bicie serca odbywa się tak. Najpierw kurczy się cała górna część serca, a więc oba przedsionki. Po chwilce przedsionki się rozkurczają, a kurczy się cała dolna część serca, to jest obie komory razem. Potem znów przedsionki, znowu komory, przedsionki, komory — i tak wciąż. Zapamiętajcie dobrze, w jaki sposób serce się kurczy.

Zobaczymy jeszcze, że do każdej jego części dochodzą grube rury, niosące krew. Całe zaś serce otoczone jest osobnym workiem z delikatnej, śliskiej skóry; w tym worku wisi ono swobodnie na dół, przymocowane zaś jest w swej części górnej. Worek otaczający serce nosi nazwę **osierdzia.**

Tętnice, rurki włoskowate i żyły. Rozpatrzymy teraz, co to są za rury krwionośne, dochodzące do serca. Jest ich dwa rodzaje. Jedne mają ściany grube, sprężyste; za życia krew płynie w nich od serca do ciała. Przytem, dotykając zlekka palcem tych rurek, naprzykład na ręce, albo na skroni lub szyi czuć, jak one to się rozszerzają, to ściągają na nowo przy przepływaniu krwi: nazywa się to pulsem albo tętnem*). Więc też wszystkie rury tętniące, prowadzące krew z serca, noszą nazwę **tętnic.**

*) Przy chorobach zmienia się bicie serca i tętno (inaczej puls). Dlatego to doktór, oglądając chorego, zawsze bierze go za rękę i z ze-

Takich tętnic, grubych jak duży palec, zaczyna się z serca dwie. Zobaczmy tę, która wychodzi z lewej komory serca ku górze, potem zakręca się na lewo i idzie

Tętnica główna i jej najważniejsze gałęzie, prowadzące krew do ciała.

---

garkiem w ręku liczy jego puls. U człowieka zdrowego tętno uderza 72 razy na minutę, u dzieci 80 i więcej. Podczas gorączki uderza 100 i więcej razy na minutę.

prościutko na dół. Od połowy brzucha dzieli się ona na dwie gałęzie, które idą do nóg. Ta tętnica jest najważniejszą ze wszystkich tętnic, jest to **tętnica główna (aorta)**: ona to właśnie roznosi czystą, jasną, posilną krew po całem ciele.

Jak się to dzieje. zrozumiecie może, spojrzawszy na załączony tu rysunek (str. 86). Przedstawia on człowieka, u którego narysowana jest tylko tętnica główna i jej najważniejsze gałęzie. Mówię—gałęzie, bo istotnie jest to wszystko podobne do jakiegoś rozgałęziającego się drzewka, którego pień zaczyna się w sercu, a gałęzie, gałązki i coraz cieńsze gałązeczki rozchodzą się po całem ciele. Między innemi są gałęzie, idące do obu rąk, obu nóg i do głowy. Po drodze dają one inne, cieńsze gałązki, idące do wszystkich mięśni, nerwów, skóry, kości, wnętrzności—wszędzie. Niema prawie takiego miejsca w ciele, gdzieby nie dochodziła cieniutka rureczka, prowadząca tam krew.

Weźmy jakiekolwiek miejsce ciała, naprzykład skórę wskazującego palca u lewej ręki, który tak łatwo się kaleczy, a wtedy z niego krew wypływa.

Widać na rysunku, jak do tego palca dochodzi cienka gałązka **tętnicy ramieniowej**. Otóż w skórze palca ta gałązka rozgałęzia się na jeszcze cieńsze gałązeczki, tworzące razem **siatkę rureczek włoskowatych**. Te rureczki mają ściany niezmiernie cienkie. Tutaj dochodzi krew, a ze swych kulek czerwonych i swego osocza przesącza do skóry pożywne dla skóry soki i gazy; jednocześnie zaś zabiera różne zużyte soki lub gazy i płynie dalej.

Takie same **rureczki włoskowate** znajdują się we wszystkich częściach ciała ludzkiego. Nie widać ich gołem okiem, bo są bardzo cienkie; ale że są, to poznać łatwo, bo za najlżejszem ukłuciem zaraz te rurki pękają i krew się z nich sączy. Cóż się jednak dzieje dalej z temi rurkami włoskowatemi palca? Po kilkadziesiąt, kilkaset rureczek takiej siatki zbiera się razem w nieco grubszą rurkę. Ta rurka będzie już prowadziła krew napowrót do serca i nazywa się **żyłką**. Płynie nią krew ciemna, zużyta, zanieczyszczona. Z tą żyłką łączą się i inne żyłki palca,

prowadzące krew zanieczyszczoną od kości palca, jego mięśni, nerwów. Idą one w górę. Łączą się z żyłkami innych palców. Potem z żyłkami całej dłoni. Grubieją coraz bardziej. Wreszcie, jak z małych strumyczków rośnie większa rzeka, tak z tych żyłek rośnie spora żyła **ramieniowa**, prowadząca krew ciemną, nieczystą, z całej ręki. Tak samo ze wszystkich innych części ciała krew nieczysta płynie żyłami ku sercu. Aż wszystkie te żyły łączą się w dwie grube **żyły główne**, prowadzące całą krew nieczystą do przedsionka serca. Te właśnie żyły i ich otwory widać przy prawym przedsionku.

W przeciwieństwie do tętnic, żyły mają ścianki cienkie, tętno mają słabe. Krew płynie w nich zawsze od ciała do serca. Żyły, idące od całego ciała (prócz płuc, jak zobaczymy dalej), niosą krew ciemno-czerwoną. O tem łatwo się przekonać, spuściwszy rękę na parę minut ku dołowi. Wtedy krew nie może łatwo z żył odpływać, nabrzmiewają one i widać je dobrze jako sine sznurki, biegnące pod skórą. Przy puszczaniu krwi felczer przecina zawsze żyły: nic więc dziwnego, że płynąca z nich krew, choćby najzdrowsza, musi być ciemna

Wiemy tedy dotąd, że z serca wypływa tętnicami do ciała krew czysta, jasna, posilna. Dochodzi ona do rurek włoskowatych, które mieszczą się w każdym kawałeczku naszego ciała: tam oddaje ciału posilne części, a zabiera z sobą niepotrzebne, zużyte; przez to z jasnej, czystej, posilnej staje się krew ciemną, nieczystą, nieposilną. Poczem ta sama krew żyłeczkami, żyłkami i żyłami wraca napowrót do serca. A potem z serca znowu wypływa tętnicami krew czysta, jasna, posilna... Cóż to znaczy? Czyżby w sercu krew ciemna, nieposilna zamieniała się na jasną, posilną? Nie. Taka przemiana odbywa się rzeczywiście, ale nie w sercu: odbywa się ona w płucach. Jak się tam krew przemienia, oczyszcza, o tem pomówimy później. Teraz zaś trzeba zrozumieć, jaką drogą krew

nieczysta dostaje się z serca do płuc i którędy z płuc powraca krew oczyszczona.

Dzieje się to tak. Krew ciemna dopływa żyłami do prawego przedsionka. Gdy się przy biciu serca kurczą przedsionki, krew ta uchyla sobie klapki i wpływa do prawej komory.

Wtedy kurczą się komory. Krew prawej komory nie może się cofnąć do przedsionka, bo klapki pod jej naciskiem podniosły się i zamknęły wejście do przedsionka. Wpływa więc wszystka ta krew do osobnej rury, która wychodzi z prawej komory, a prowadzi do płuc. Tą rurą wszystka krew nieczysta, ciemna, płynie do płuc. Z obu płuc znowu osobnemi rurami krew już oczyszczona, jasna, wraca napowrót do serca,—ale już do lewej jego połowy, do lewego przedsionka. Stamtąd przy kurczeniu się przedsionków wpływa do lewej komory; a z lewej komory już wchodzi do tętnicy głównej i rozchodzi się po całem ciele, roznosząc mu pożywienie, dodając mu siły i życia.

Teraz możemy sobie jeszcze raz powtórzyć, jak się odbywa całe krążenie krwi w człowieku.

Weźmy chwilę, kiedy się komory skurczyły, a przedsionki obydwa napełniły się krwią. W prawy przedsionek wlała się z żył krew nieczysta, w lewy powróciła z płuc krew czysta.

Teraz kurczą się przedsionki. Krew czysta z lewego przedsionka wpływa do lewej komory. Kurczą się komory. Krew z lewej komory wpływa z wielką siłą do tętnicy głównej i jedną z jej gałęzi dochodzi, dajmy na to, do prawego oka. Obchodzi całe oko, przepływa przez jego rurki włoskowate, oddaje oku pożywne części, zabiera zużyte; zanieczyszcza się, ciemnieje. Teraz wpływa do żyłeczki, która zaczyna się od tychże rurek włoskowatych oka. Potem płynie coraz grubszemi żyłkami i żyłami. Wreszcie wpływa jako krew ciemna napowrót do serca, ale do prawego przedsionka.

Przedsionki się kurczą. Ta sama krew nieczysta prze-

pływa z prawego przedsionka do prawej komory. Potem z prawej komory przez rury płucne idzie do płuc. W płucach oczyszcza się; wraca inną rurą do lewego przedsionka; znowu idzie do lewej komory i do tętnicy głównej. Teraz taż sama krew być może wpadnie do tętnicy nożnej i odżywi zmęczone mięśnie nogi, znowu wróci do serca i tak dalej.

Długo się to opowiada, a w rzeczywistości całą drogę po ciele krew odbywa w ciągu pół minuty. Dlatego to, gdy kto wypije kieliszek mocnej wódki, to mu po niej zaraz w głowie szumi. Nie upłynie minuta, a wódka już przeszła do krwi, z krwią żyłami do serca; stamtąd przepłynęła przez płuca, znowu wróciła do serca; tętnicami doszła do mózgu i zatruła mózg, czyli sprowadziła upicie się.

Niejeden gotów powiedzieć: ładnie bo ładnie wygląda całe to przepływanie krwi z serca do tętnic, z tętnic do rurek włoskowatych, z nich do żył, potem znów do serca... Ale czy to kto widział własnemi oczyma? Otóż widział niejeden; ja sam widziałem to ze dwadzieścia razy, — ale nie w człowieku. Człowiek ma taką grubą skórę, że przez nią nigdzie drobnych rureczek z krwią nie widać. Są przecież takie zwierzęta, które mają skórę cienką. Naprzykład, żaba. Przecież i ona jest też stworzenie żywe, zwierzę, i ona ma serce, krew, rurki z krwią. Pomiędzy palcami tylnych łap żaby skórka jest bardzo cienka, przejrzysta.

Bierze się więc żabę, przywiązuje żywcem do deseczki, w której na końcu zrobiony jest niewielki otwór. Wyciąga się jedną łapę żaby i rozpina dwoma szpilkami nad owym otworem tak, żeby błona międzypalcowa była właśnie nawprost otworu. A potem podkłada się zręcznie deseczkę z otworem pod powiększające szkło mikroskopu. W skórce żaby przechodzą setki cieniutkich rureczek, rozgałęziają się, znów plączą, tworzą siateczkę, a dalej zbierają się w nieco większą rurkę. Widać wyraźnie, jak krew z krążkami czerwonemi płynie ku tej siatce, rozchodzi się po jej rurkach i dalej odpływa żyłką. Krążki krwi płyną to gromad-

kami, to pojedynczo, popychają się; czasem zrobi się zator—zupełnie jak kiedy kawały kry płyną bystrą rzeką.

Można też oglądać takie krążenie krwi u wielu innych żywych zwierząt; możnaby i u człowieka, gdyby nie to, że—jak powiedziałem—skóra jego jest wszędzie gruba i nieprzejrzysta.

Już z tego samego, że serce jest jedyną maszyną, rozpędzającą krew po ciele, możecie osądzić, jak niebezpieczne dla życia człowieka muszą być wszelkie uszkodzenia lub choroby serca.

Rana w sercu jest prawie zawsze śmiertelną. Serce przestaje bić—człowiek natychmiast umiera.

Czasem z natury ściana serca zaczyna się psuć i pękać. To się zdarza bardzo rzadko, bo ściana serca jest bardzo gruba. Niekiedy klapki w sercu są źle dopasowane. To znowu tłuszcz obrasta serce tak, że przeszkadza mu kurczyć się prawidłowo. Wszystkie te choroby serca zaraz się objawiają ogólnem niezdrowiem człowieka. Przytem najczęściej ludzie chorujący na serce umierają nagle.

Tak samo nastąpić może śmierć lub ciężka choroba przy zepsuciu się i przerwaniu rur krwionośnych. Zepsucie i pęknięcie tętnicy głównej lub żył głównych sprowadza natychmiastową śmierć: krew z nich wypływa do ciała, serce przestaje bić, człowiek mdleje—i już po nim. Pęknięcie albo przecięcie (przy zranieniach) mniejszych rur krwionośnych pociąga mniejsze lub większe upływy krwi, które mogą sprowadzić silne osłabienie lub nawet śmierć. Szczególniej z tętnic krew bije z wielką siłą. To też przy zranieniach pierwszym obowiązkiem niosącego pomoc jest zatrzymać zatamować krew. Zrobić to jak się należy umie tylko doktór lub felczer: wyciąga końce przerwanej rury krwionośnej i przewiązuje je mocno nitką jedwabną.

Jednak każdy powinien umieć jako tako krew z rany zatrzymywać. Najlepiej uciskać mocno to miejsce, z którego krew płynie. Należy więc czemprędzej przewiązać ranę mocno czystą chustką tak, żeby objąć ranę całą —

powyżej i poniżej zranionego miejsca. Chustkę zlewać octem — i natychmiast słać po felczera.

Przy krwawieniu z nosa — wciągnąć w nos zimnej wody z octem lub soku z cytryny.

Wogóle zaś przy wszelkich krwawieniach (szczególniej u kobiet) zachowywać się jak najspokojniej, leżeć, gdyż w spokoju krew sama łatwiej się zatrzyma.

Wobec niezmiernej ważności krwi dla życia człowieka, bardzo niemądry i szkodliwy jest zwyczaj szczególny, jaki mają jeszcze niektórzy ze starszych ludzi: oto, byle co mu się zrobi—idzie do felczera i każe sobie krwi upuścić. Uczciwy felczer z pewnością nie spełni jego żądania; ale szachraj, oszust puści, ile tamten zechce, byle mu za to zapłacił. A tymczasem krew wolno puszczać tylko z wiedzą doktora lub w nagłych wypadkach, gdy krew uderza do głowy i zalewa mózg,—od czego człowiek mógłby nagle umrzeć.

Skończyliśmy tedy mówić o krwi, sercu i rurach, któremi krew po całem ciele krąży. Tymczasem prócz rurek krwionośnych mamy w ciele naszem inne jeszcze rureczki, które znajdują się też w związku z krwionośnemi: są to **rurki chłonne** albo **limfatyczne**. Zaraz wytłumaczymy, do czego one służą.

Pamiętacie, że krew, przepływając przez siateczkę włoskowatych rurek jakiegobądź miejsca ciała, zostawia w tem miejscu pożywne części, a zabiera zużyte. Ale okazuje się, że krew nie wszystko z sobą odrazu zabiera. Bierze ona głównie różne gazy, jakie się tam wytworzyły. A tymczasem zostaje jeszcze ciecz wodnista, nie mającą wcale czerwonych krążków krwi, zwana **limfą**. Trzebaż tę limfę z owego miejsca zabrać; bo jakby się jej dużo zebrało, toby miejsce owo spuchło, napęczniało od limfy. Przytem limfa szkodziłaby ciału; rozpuszczone bowiem w niej są części zużyte, nieużyteczne, szkodliwe nawet, których ciało powinno się pozbyć. Trzeba więc limfę bezużyteczną zabrać; trzeba, żeby ona sobie gdzieś odpłynęła.

Owóż limfa odpływa cienkiemi rureczkami, które znaj-

dują sie, tak samo jak siatki krwionośne, w każdem miejscu naszego ciała. Te rureczki z limfą łączą się z sobą w grubsze rurki, te w jeszcze grubsze — zupełnie jak strumyki i rzeczułki, zlewające się w większą rzekę. Wreszcie powstaje z nich wszystkich gruba rura, która łączy się z jedną żyłą krwionośną. A tak cała limfa dostaje się napowrót do krwi.

Muszę wam powiedzieć, że do tej samej rury, którą płynie limfa, wlewają się też rurki mleczne, prowadzące— jak zapewne pamiętacie—mleczko z kiszek. Tak więc limfa i mleczko razem dostają się do krwi. Pomieszawszy się z krwią, limfa poczęści zasila się znowu czerwonemi ciałkami i zamienia się w krew; poczęści zaś zostaje wyrzuconą na zewnątrz, czy to z potem, czy z moczem.

W niektórych miejscach ciała rurki limfatyczne tworzą szczególne kłębuszki, otoczone gąbczastą masą, zwane **gruczołami limfatycznemi.** Takie gruczoły możecie sami wyczuwać w pachwinach, pod pachami, pod szczękami. Gdy człowiek jest zdrów, gruczoły limfatyczne są małe i nie czuje się, że one istnieją. Ale w wielu chorobach gruczoły te nabrzmiewają i bolą. Naprzykład po długiem chodzeniu nabrzmiewają gruczoły limfatyczne w pachwinach. U dzieci niezdrowych, skrofulicznych zwykle są one obrzękłe, a często nawet robią się w nich uparte wrzody.

Największym z gruczołów limfatycznych jest śledziona. Leży ona w jamie brzucha, z lewej strony żołądka, W różnych chorobach, szczególniej w febrze, śledziona, która u człowieka zdrowego nie jest większa od pięści puchnie tak, że staje się 3, a nawet 5 razy większą. To też, prócz innych znaków, po śledzionie doktorzy starają się rozpoznać, jaką chorobę ma człowiek: każą się więc wyciągnąć nawznak i macają, pukają po lewym boku, tuż koło żołądka.

Poco jednak jest śledziona i gruczoły limfatyczne? — tego powiedzieć wam napewno nie mogę. Zdaje się, że w śledzionie i gruczołach tworzą się nowe czerwone krążki krwi na miejsce zużytych.

Tak samo jak uczeni nie wiedzą na pewno, do czego jest śledziona, nie wiedzą też, poco jest inny gruczoł, leżący pod mostkiem. Nazywa się on grasicą. Gruczoł ten znajduje się tylko u dzieci do czwartego roku życia. Drugi podobny gruczoł leży na szyi po obu stronach tak zwanej grdyki. Jest to gruczoł **tarczowy.** Zwykle jest taki mały, że go wcale nie znać. Ale zdarza się, że gruczoł tarczowy nabrzmiewa okropnie. Wtedy to tworzy się na szyi **wole**, które możeście kiedy widzieli. Obrzydliwe to jest, bo szyja robi się gruba, a z przodu wydęta, aż straszno patrzeć. U nas na nizinach wole zdarza się rzadko. Ale może uważaliście, naprzykład będąc na odpuście w Częstochowie, że pomiędzy góralami dadzą się widzieć tacy z wolem.

Jednak przyczyna powstania **wola** dobrze nie jest znana. Zdaje się, że zależy ono od picia wody zawierającej za dużo wapna.

O płucach i oddychaniu.

Parę ważnych wiadomości o płucach i oddychaniu już posiadacie. I tak: wiecie, że z serca do płuc idzie krew ciemno-czerwona, nieposilna, a wraca z płuc do serca krew jasno czerwona, posilna, czysta. A zatem w **płucach krew ciemna, nieposilna, nieczysta oczyściła się i stała się jasną, odżywczą.** To jedno.

A powtóre: wiecie wszyscy, że przy oddychaniu człowiek **wciąga najpierw** ustami lub nosem **powietrze do płuc** i zaraz potem **wypuszcza z płuc powietrze.**

Pocóż wciąga się powietrze do płuc? Chyba poto, żeby ono zmieniło krew ciemną na jasną. Postarajmy się przekonać, czy tak jest rzeczywiście. W tym celu rozpatrzymy bliżej: czem się różni krew ciemna, nieposilna, od jasnej, posilnej? A dalej: czem się różni powietrze wdychane od powietrza, które wydychamy z płuc?

Czem tedy różni się krew ciemna od jasnej, czyli krew żylna od tętniczej?

Żeby się o tem dowiedzieć, uczeni badacze brali świeżą krew żylną, ciemno-czerwoną, i w osobnym przyrządzie ogrzewali tę krew. Wówczas wychodził bąbelkami z tej krwi jakiś gaz, który zbierał się w osobnej rurce. Robiąc z owym gazem rozmaite próby, przekonano się, że jest to akurat taki sam gaz, jaki się wytwarza, gdy palimy drzewo albo węgiel.

Jest doskonała próba na ten gaz. Kupuje się w aptece trochę **wody wapiennej**. Ta woda jest czysta, klarowna, tylko smak ma nieprzyjemny od rozpuszczonego w niej wapna. Bierze się czystą buteleczkę z jasnego szkła, nalewa się trochę wody wapiennej, zatyka palcem—i miesza dobrze, poruszając tam i napowrót buteleczką: po uspokojeniu woda wapienna okazuje się czystą, klarowną, tak jak była przedtem.

Wylewasz tę wodę, bierzesz patyczek drewniany, zapalasz go i zapalony wsuwasz przez szyjkę do buteleczki. Patyczek pali się, lecz wprędce gaśnie. Wtedy wysuwasz go z buteleczki i znowu nalewasz do niej świeżej wody wapiennej. Znowu kłócisz tę wodę, zatkawszy palcem. Cóż się okaże? Oto woda wapienna, która była klarowną, teraz stała się mętną, białawą, jakby kto do niej drobnego białego pyłku z kredy nasypał.

Otóż tak jest zawsze: gdy woda wapienna styka się z gazem powstałym przy paleniu drzewa lub węgla, to wapno tej wody łączy się z owym gazem i tworzy biały proszek.

Nazwijmy ten gaz, powstający przy paleniu węgla, **dwutlenkiem węgla** (gazem węglanym) i zapamiętajmy powyższą próbę z wodą wapienną.

Zapomocą takiej próby przekonano się, że **we krwi ciemnej, żylnej, znajduje się właśnie dwutlenek węgla.**

Przekonawszy się o tem, wzięli uczeni świeżą krew tętniczą, jasno-czerwoną. Tak samo wypuścili z niej ga-

zy i zrobili z niemi próby. Okazało się, że gaz, który wydostawał się z krwi tętniczej, jest zupełnie inny, różny od dwutlenku węgla. Gdy było naprzykład do tego gazu włożyć świeżo zadmuchnięty, żarzący się ledwie patyczek, to patyk zaraz rozżarzał się, zapalał, tlił się doskonale. Jest to próba na ten drugi gaz z krwi tętniczej.

Gaz ten jest już dawno znany uczonym, umieją go oni wydostawać z różnych ciał przyrodzonych. A za to, że pomaga do palenia się, czyli **tlenia** drzewa i węgla, nazwali go **tlenem.** Taki to **tlen znajduje się we krwi jasnej, tętniczej.**

Potem robili takie próby. Brali znowu krew jasną, tętniczą. Osobno zbierali sobie sporo dwutlenku węgla i rurką przepuszczali ten gaz przez krew jasną, tętniczą. Co powiecie? Ta krew jasna, tętnicza, stykając się z dwutlenkiem węgla, pozbywała się swego tlenu, **wciągała dwutlenek węgla i stawała się krwią ciemno-czerwoną.** Stawała się taką, jak prawdziwa krew żylna.

Wreszcie robili tak: brali krew ciemno-czerwoną, żylną. Przepuszczali przez nią osobno zebrany tlen. **Wtedy ta krew ciemna, żylna, pozbywała się zawartego w niej dwutlenku węgla, nabierała w siebie tlenu i stawała się krwią jasną, tętniczą.**

Ale okazało się, że nie koniecznie trzeba przepuszczać tlen przez krew żylną, żeby z niej zrobić tętniczą: dosyć było na to, żeby krew żylna stykała się z powietrzem. Okazało się, że, **stykając się z powietrzem, krew ciemna, żylna, nabiera tlenu i staje się krwią tętniczą.**

Nic to dziwnego, bo w powietrzu znajduje się tenże sam gaz, zwany tlenem.

Takie właśnie **zetknięcie krwi żylnej z powietrzem (a więc z tlenem) odbywa się w płucach — i dlatego to w płucach krew żylna zamienia się na krew tętniczą.**

Żeby jednak całą tę przemianę zrozumieć dokładniej, musimy pierwej odpowiedzieć sobie na drugie pytanie, któreśmy postawili wyżej, mianowicie: czem się różni powietrze wdychane przez człowieka od powietrza wydychanego z płuc?

Powietrze, które otacza całą ziemię, ciągnąc się wysoko w górę za obłoki, jest to gaz przejrzysty, lekki, bez żadnego zapachu. Jak pokazały różne próby uczonych badaczy, gaz ten jest mieszaniną dwóch gazów: jeden z nich jest to znany nam już **tlen**, pomagający do palenia się węgla; drugi, nie pomagający wcale do palenia się, nazywa się **azotem**. Jeśli wziąć naprzykład kwartę powietrza, to w tem jest około kwaterki tlenu, a reszta będzie azot.

Otóż powietrze, które wciągamy do płuc przy oddychaniu, składa się z tlenu i azotu.

Tymczasem, próbując powietrze, który wypuszczamy z płuc przy wydychaniu, przekonamy się, że w niem już prawie niema tlenu, zato jest **dwutlenek węgla i azot.** Pamiętacie próbę na dwutlenek węgla? Otóż tak zróbcie. Nalejcie w szklankę trochę wody wapiennej, weźcie szeroką słomkę lub trzcinkę i zanurzywszy ją pod wodę wapienną, wdmuchujcie powietrze, które wam wychodzi z ust przy wydychaniu. Zobaczycie, jak woda wapienna stawać się będzie mętną od białego proszku, który się w niej zacznie tworzyć.

Cóż to pokazuje. Że **w powietrzu wydychanem jest dwutlenek węgla.**

Widocznie tedy w płucach zaszła z powietrzem taka przemiana, że tlen się z niego gdzieś zapodział, a na miejsce tlenu wszedł dwutlenek węgla.

Gdzie się podział tlen? Zabrała go, przepływając przez płuca, z powietrza płucnego krew żylna, aby się zamienić na tętniczą.

Skąd się wziął w płucach dwutlenek węgla? Właśnie wydzielił się do płuc z owej krwi żylnej.

Nabrawszy tlenu, krew żylna staje się tętniczą—wraca znowu do serca i dalej krąży po ciele. A tymczasem powietrze, zanieczyszczone dwutlenkiem węgla, zostaje z płuc wydalone przez wydychanie.

Oto cała tajemnica oddychania.

Zachodzi teraz pytanie: skądże się wziął dwutlenek węgla we krwi żylnej? Czyli inaczej: gdzie i w jaki sposób krew jasna, którą tętnice roznoszą po ciele, staje się krwią żylną? Gdzie? Już o tem wiemy. Odbywa się to **w całem ciele**, w najmniejszym jego zakątku, w tych cieniutkich rurkach włoskowatych, do których ostatecznie krew tętnicza dopływa. Tam właśnie oddaje ona ciału wraz z innem pożywieniem cały tlen, którego nabrała w płucach; tam, przepływając przez rurki włoskowate, taż sama krew zabiera z ciała dwutlenek węgla, stając się przez to krwią ciemną, żylną.

Lecz skąd się wziął dwutlenek węgla w całem ciele? Żeby to zrozumieć, trzeba pierwej wiedzieć, skąd wogóle powstaje dwutlenek węgla. I o tem już poczęści wiemy. Pamiętacie próbę z paleniem drewienka w butelce: przy tem paleniu powstawał dwutlenek węgla. A jakim sposobem, to i tego uczeni ludzie doszli. Oto węgiel rozgrzany zabiera z powietrza tlen i wciąga go w siebie gwałtownie, łączy się z nim z wielką siłą, przytem zawsze jedna objętość węgla łączy się z dwiema objętościami tlenu. **Przez to połączenie tworzy się z jednej części węgla i dwóch tlenu dwutlenek węgla**, jednocześnie zaś **powstaje ciepło.** Przy tem paleniu się materjałów węglowych, mających w sobie węgiel, nie koniecznie widać płomień. Tak naprzykład słoma wilgotna zagrzewa się w kopie, butwieje, spala się, aż się kurzy: jest ciepło, jest palenie się, a niema płomienia.

W każdem miejscu naszego ciała odbywa się nieustannie takie łączenie się tlenu z węglem, wchodzącym w skład naszego ciała, **odbywa się takie powolne palenie.** Krew tętnicza donosi wszędzie—prócz innego pożywienia—tlen. Część tego tlenu wraz z innemi materjałami idzie na odbudowanie zużytych części ciała, a **druga część tlenu idzie na spalenie pewnej ilości węgla, który wchodzi w skład naszego ciała.** Tak się tworzy dwutlenek węgla, który krew zabiera i unosi dla wyrzucenia go przez płuca.

Z tego spalania części węgla ciała ludzkiego powsta je coś niezmiernie ważnego dla naszego życia: powstaje

ciepło wewnętrzne naszego ciała. Ciało ludzkie jest wciąż ciepłe; jest ono wciąż jednakowo ciepłe: zimą i latem człowiek zdrowy ma w sobie zawsze 38 stopni ciepła podług ciepłomierza Celsjusza*). Ciało ludzkie jest jakby bardzo sztuczną maszyną, która sama dla siebie wytwarza ciepło. Dla podtrzymania tego ciepła trzeba wciąż nowego węgla i nowego tlenu. Węgla dostarczamy sobie w naszych pokarmach przez kiszki; tlen zabieramy przez płuca z powietrza. Część węgla i część tlenu wraz z innemi materjałami służą do odbudowania naszego ciała. Ale druga część węgla i tlenu łączą się w całem ciele, tworząc dwutlenek węgla, a jednocześnie wytwarzając ciepło. Ciepło zaś — jest to źródło siły naszego ciała. Jak w maszynie parowej ciepło węgla lub drzewa, rzuconego do kotła, przeistacza się w siłę maszyny, tak w ciele ludzkiem wytworzone ciepło wewnętrzne zamienia się na siłę naszego ciała: siłę mięśni, siłę nerwów, mózgu i t. d.

Brak tego wewnętrznego ciepła—to brak wszelkiej siły, to śmierć... Ludzie umierając stygną; stygnąc na wielkim mrozie — umierają. Trup jest zimny. W ciele jego wraz z ciepłem ustał wszelki ruch. W zimnem ciele ustała myśl, uczucie, pamięć, wola... Uszło z niego życie—uleciała dusza; a „martwe ciało w proch się musi rozsypać, musi wrócić do ziemi, z której zostało wzięte"...

Z kolei zapoznajmy się z przyrządem, służącym do oddychania. Przyrząd ten składa się z dwóch części: z rury, prowadzącej powietrze, i z dwóch dużych worków. Rura nazywa się tchawicą, worki zaś — płucami. Ma człowiek prawe i lewe płuco.

Tchawica zaczyna się otworem, leżącym głęboko w gardle, zaraz za językiem.

*) Co to są ciepłomierze, przeczytać można w książce Promyka: *„Ciekawe zjawiska w świecie"*. Ciepłotę ciała zwykle mierzy się pod pachą. Tam ciepłomierz pokazuje równe 37 stopni, czasem trochę mniej; 38 stopni oznacza gorączkę, która dochodzi czasem do 39, 40, rzadko do 41 stopni. Gorączka oznacza, że w człowieku tkwi jakaś choroba.

Otwór ten ma z przodu klapkę, która opada w tył i zamyka go w czasie przechodzenia pokarmów; albowiem byłoby niedobrze, gdyby jedzenie czy napój, zamiast iść do przełyku, wpadały do tchawicy. Wtedy nastąpiłoby **krztuszenie się**, a nawet mogłoby nastąpić uduszenie. Bywa tak czasem, jeśli jedząc człowiek jednocześnie mówi albo się śmieje.

Sama tchawica jest rurą, złożoną jakby z półobrączek chrząstkowych. Górna część tchawicy jest grubsza, szeroka: ona to wystaje na przodzie szyi, szczególniej u mężczyzn, jako **grdyka**, czyli **krtań**. W niej właśnie powstaje głos, mowa—o czem powiemy później. Wchodząc do piersi, tchawica dzieli się na dwie gałęzie, zwane **oskrzelami**. Te zaś dalej dzielą się na coraz drobniejsze gałązki, które nazywać możemy **oskrzelkami**. Każde oskrzelko na końcu rozdyma się nieco i przechodzi w mnóstwo pęcherzyków, maleńkich jak łebek od szpilki. Są to **pęcherzyki płucne**. Pojmujecie, że takich pęcherzyków są w płucach setki tysięcy: one to właśnie, zrośnięte razem, tworzą całe płuco. Każdy pęcherzyk ma ściankę niezmiernie cienką i delikatną. Do tych to pęcherzyków płucnych **dochodzi powietrze przy wdychaniu.**

Ale nie na tem koniec. Gdzie się mieści krew, która się ma w płucach oczyścić? Krew ciemna, żylna, dochodzi z serca do płuc—jak już wiemy—dwiema rurami. Nazwijmy je **tętnicami płucnemi.** Te rury idą najpierw na powierzchni oskrzeli jedna do prawego płuca, druga do lewego.

W miarę jak się dzielą oskrzela na oskrzelka, każda tętnica rozgałęzia się na mniejsze, cieńsze tętniczki. Tak te cieniutkie tętniczki dochodzą do miejsca, gdzie oskrzelko wydęło się w pęcherzyki płucne. Tutaj **na powierzchni zewnętrznej** każdego pęcherzyka płucnego tętniczka rozgałęzia się w cieniutką **siatkę rureczek**, któremi krew zwolna opływa po powierzchni pęcherzyka. A potem ta siateczka znowu się łączy w jedną rurkę, którą nazwiemy **żyłką płucną.** Żyłka ciągnie się znowu z powrotem po powierzchni oskrzelka, łączy się z innemi żyłkami, idącemi od wszyst-

kich innych pęcherzyków płucnych; tak tworzy się z niej gruba rura, która wychodzi wreszcie z płuc i wpada napowrót do serca. Taka żyła płucna idzie od prawego płuca; takaż sama od lewego. A tak cała krew z płuc powraca temi żyłami do serca. Lecz wraca ona, jak wiemy, już oczyszczona, już nabrała w siebie tlenu, wydała ze siebie gaz węglany. Gdzież się to wszystko odbyło? Oczywista, w pęcherzykach płucnych. Tam jest tak. W siateczce rurek krwionośnych znajduje się krew żylna z gazem węglanym. We-

wnątrz zaś pęcherzyków jest powietrze z tlenem. Krew od powietrza oddzielona jest bardzo cienką przegrodą ze ścianki rurki i ze ścianki pęcherzyka płucnego. Oczywista rzecz, iż przez takie cieniutkie ścianki owe dwa gazy swobodnie sobie przechodzą: dwutlenek węgla ze krwi wędruje do pęcherzyka płucnego, a tlen z pęcherzyka płucnego idzie właśnie do krwi. Tak się dzieje we wszystkich pęcherzykach płucnych.

Po napełnieniu pęcherzyków płucnych dwutlenkiem węgla płuca kurczą się i gaz ten, wraz z resztą powietrza, które było w płucach, wychodzi przez oskrzelka i oskrzela

do tchawicy; stamtąd ustami lub nosem zostaje wyrzucony na zewnątrz.

A potem tą samą drogą wchodzi do pęcherzyków płucnych świeże powietrze z tlenem, oczyszcza nową ilość krwi, która tymczasem napłynęła z serca — i tak w kółko, póki człowiek żyje. Człowiek dorosły zdrowy oddycha kilkanaście razy na minutę.

Ktoby chciał widzieć, jak to przy wdychaniu i wydychaniu płuca się zmieniają, napełniają powietrzem, niech weźmie świeże dudy cielęce i niech przez tchawicę dmucha do środka. Dudy (płuco) początkowo są skurczone, opadnięte, wyglądają jak blado-różowa miękka gąbka. A jak je nadmuchać, to się zaraz rozprężają, twardnieją i powiększają kilkakrotnie. Jeśli podczas nadymania powietrzem zrobić gdziebądź dziurę w płucu, to słychać doskonale, jak wdmuchiwane powietrze z sykiem przez tę dziurę wychodzi.

Powiedziałem, że człowiek oddycha kilkanaście razy na minutę. Przy wdychaniu czuć, jak się klatka piersiowa podnosi, płuca się rozszerzają. Przy wydychaniu klatka piersiowa opada, płuca się napowrót ściągają. Lecz płuca nie mają w sobie mięśni: jakże więc mogą się one rozszerzać i kurczyć? One same przez się nie kurczą się, lecz dzieje się to w taki sposób. Obydwa płuca okryte są nazewnątrz błoną. Nazwiemy ją opłucną. Opłucna przyrasta szczelnie do powierzchni płuc, a potem przechodzi na klatkę piersiową i znowu szczelnie przyrasta do wewnętrznej powierzchni klatki piersiowej. Płuca więc są zawieszone jakby w podwójnym worku, którego wewnętrzna ścianka przyrasta do płuc, zewnętrzna do klatki piersiowej. Tak więc pomiędzy płucami a klatką piersiową powstaje próżne miejsce.

Gdy się klatka piersiowa podnosi, wtedy owo próżne miejsce powiększa się, a powietrze z zewnątrz wpada i rozszerza płuca.

Gdy klatka piersiowa opada, płuca zostają naciśnięte i powietrze nieczyste musi z nich wyjść.

Samo zaś rozszerzanie klatki piersiowej odbywa się tak: podnoszą się trochę w górę wszystkie żebra i dolny koniec mostka; jednocześnie zaś kurczy się i opada trochę na dół **przepona brzuszna**, — ta błona brzuszna, która oddziela jamę piersiową od brzusznej. Do rządzenia zaś temi ruchami są osobne nerwy, odchodzące od mózgu. Jeśli te nerwy z jakiejbądź przyczyny utracą swą siłę, wtedy ustaje oddychanie i człowiek umiera. Bez oddychania bowiem następuje bardzo prędko śmierć. Próbowano, jak długo człowiek może nie oddychać. Okazało się, że najwyżej kilka minut. Są ludzie, zwani nurkami, którzy wyławiają z pod wody, z dna morskiego perły i korale. Otóż najwytrwalsi nurkowie nie mogą zostawać pod wodą bez oddychania dłużej nad osiem minut. Stąd to tak prędko duszą się i umierają topielcy.

Lecz śmierć przez uduszenie może nastąpić nie tylko wskutek niemożności oddychania. Ludzie duszą się też przy zupełnym braku **powietrza**, a także przy braku **świeżego powietrza.**

Raz był wypadek, że człowiek spuścił się do głębokiej studni i udusił się — wyciągnęli go martwego i nie mogli się docucić. Cóż to było? Oto w głębi studni zamiast powietrza był inny gaz, węglany, który się często gromadzi po dołach, piwnicach i starych studniach. A gaz ten jest zabójczy dla człowieka, jak i dla wszystkich zwierząt.

Pamiętajcie zaś, że człowiek wydycha z płuc—co? właśnie gaz węglany. Cóż się więc stać może, gdy się zbierze dużo ludzi w ciasnej, zamkniętej przestrzeni, dokąd nie dochodzi wciąż świeże powietrze? Stać się może nieszczęście takie, jak z wziętymi przez Anglików więźniami, których pewnego razu zamknięto 146 do ciasnej izdebki. Po ośmiu godzinach pozostało ich przy życiu 23, a reszta wymarła, udusiła się dwutlenkiem węgla, który się zebrał od oddychania tylu ludzi.

Straszny ten przykład pokazuje, jakie ważne jest oddychanie czystem powietrzem.

Ale z oddychania powietrzem nieczystem, dusznem, pełnem dwutlenku węgla, nie koniecznie następuje zaraz śmierć. Może wyniknąć z tego tylko powolne zatruwanie krwi albo choroba, brak sił. Tak bywa, gdy się w jednej izbie mieści wiele osób lub mieszkają ludzie razem z prosiętami, kurami, kaczkami. Aż straszno wejść do takiej izby! Zaduch, smród, zamiast powietrza—obrzydliwe gazy. A tu jeszcze okienko małe, zabite naszczęt, bez lufcika. I w zaduchu takim siedzą ludzie, żyją, spędzając, jak w zimie, najmniej 18 godzin na dobę! Przywykłszy do obrzydliwego powietrza, nawet nie czują, jakie ono jest straszne. Ale niemniej działa ono szkodliwie na ich zdrowie. Niejeden niestary jeszcze skarży się na bezsenność, duszność, kaszel, zawrót i ból głowy, spędza to na pracę; a tu główną przyczyną jest oddychanie zepsutem powietrzem. Napewno można powiedzieć, że człowiek mieszkający w dusznych, ciasnych, źle przewietrzanych izbach żyć będzie o kilka albo i kilkanaście lat krócej, niżby żył, gdyby oddychał zawsze świeżem, czystem powietrzem.

Szczególniej brak świeżego powietrza widać po mieszkańcach dużych miast: po stróżach, wielu robotnikach fabrycznych i innych biedakach.

Żadna część ciała nie jest tak łatwo narażona na różne choroby, jak przyrząd oddechowy. I nie można się temu dziwić. W powietrzu są różne nieczystości: kurz, pył z rzeczy, gazy szkodliwe; wreszcie unoszą się miljony nasionek różnych pleśni, które, rosnąc w ciele człowieka, mogą wywołać chorobę. Prócz tego powietrze może być bardzo ciepłe, to znów bardzo zimne. A tu trzeba powietrze nieustannie wciągać do płuc.

Otóż: zaraz w nosie często bywają zapalenia błony nosa, czyli **katary**. Podobny katar zdarza się i głębiej—w krtani, w oskrzelach, a nawet w pęcherzykach płucnych. Gdy katar jest w krtani, człowiek chrypi; gdy jest głębiej w tchawicy, czy w płucach—to tam wytwarza się flegma, którą trzeba wyrzucać. Flegma drażni tchawicę i krtań—

a stąd powstaje kaszel, przy którym człowiek wyrzuca flegmę.

Czasem zapalenie obejmuje duży kawał płuc: wtedy następuje gorączka, brak sił, kaszel mocny. Wtedy trzeba wezwać dobrego doktora, bo inaczej może być śmierć.

Ale najstraszniejszą chorobą przyrządu oddechowego są suchoty. Uczeni doktorzy przekonali się, ze suchoty powstają z maleńkiego drobnoustroju (bakterji), który, dostawszy się do płuc, tam się rozradza. Bywają suchoty w krtani, czyli w gardle, albo w samych płucach. Chory kaszle, czasami pluje flegmą z krwią naraz. Siły nie ma żadnej; jest blady lub z ceglastemi wypiekami na twarzy. Rano i wieczorem miewa gorączkę, poci się wciąż. Bakterje nurtują mu po płucach, psują rurki z krwią, a stąd wylewa się krew do płuc i wychodzi ustami. Płuca gniją, zamieniają się na cuchnącą flegmę. Wreszcie, namęczywszy się kilka miesięcy lub kilka lat, suchotnik umiera. Ale i takiego biednego suchotnika czasami przez wczesne leczenie może doktór do zdrowia doprowadzić.

Pamiętać należy, że flegma suchotnika ma w sobie zarazki suchot i można się nią zarazić. To też suchotnik powinien pluć zawsze w jaką chustkę, którą później trzeba wyprać dobrze w bardzo gorącej wodzie; albo też pluć powinien w osobny kubek z wodą, z którego tę wodę z flegmą wylewać się powinno w ogień, żeby się grzybki suchotnicze spaliły i nie mogły zarazić innych ludzi. Nie całować w usta suchotników *).

Również w przyrządzie oddechowym, szczególniej w krtani, czyli—jak mówią—w gardle, powstają takie choroby, jak krosty (błonica, dyfteryt), krup. Także przy szkarlatynie gardło najpierw puchnie. Dlatego to, szczególniej u dzieci, z gardłem żartować nie można. Jeżeli dziecko skarży się na ból w gardle albo chrypi, to należy zajrzeć głęboko do gardła, otworzywszy dziecku usta i naciskając

*) Przeczytać książeczkę „O suchotach“ d-ra Puławskiego. Patrz katalog na okładce.

mu język ku dołowi rączką czystej łyżeczki. Jeżeli są tam krosty lub plamy białawe, a przytem brak apetytu i gorączka, trzeba iść do doktora, bo może być ciężka choroba, która bez dobrego ratunku dziecko zabije.

Wspomn eliśmy powyżej, że w krtani. w górnej części tchawicy, powstaje głos. Można to łatwo sprawdzić naprzykład na gęsi. I gęś ma grdykę. Otóż jeśli po zabiciu gęsi wyjąć tę grdykę i dmuchać w nią za świeża, to powstaje takie gęganie, jak u żywej gęsi.

Jest to tak. Tchawica z krtanią jest jakby trąbką, podobną nieco do tych trąbek, jakie kupujemy dzieciom na odpustach. W trąbce są cieniutkie blaszki mosiężne, ułożone wpoprzek: jak dąć w trąbkę, to powietrze uderza o blaszki i stąd powstaje trąbienie Coś podobnego znajduje się w krtani. Są tam dwie cienkie błonki, ustawione wpoprzek rury tak, że ledwie się stykają ze sobą brzegami. Przy wdychaniu powietrze porusza te dwie błonki i one drgają, a z drgania błonek powstaje głos. Niektóre głosy, jak a, h i inne, powstają wprost w krtani. Inne zaś powstają tam, lecz urabiają się dopiero w ustach. I tak: jeśli otworzyć usta szeroko i wydychać mocno powietrze z krtani, to powstaje głos a. Ale żeby wymówić o, trzeba usta zwęzić. A dla wymówienia u, trzeba je zwęzić jeszcze bardziej. Dla powiedzenia l, trzeba koniecznie językiem uderzyć o podniebienie. Dla wymówienia r, trzeba, żeby język zadrgał. Nie można wymówić b, nie zbliżywszy pierwej obu warg do siebie.

Tak to różne części ust: wargi, zęby, język, podniebienie, gardło—zmieniają głos, powstający w krtani, i urabiają go na różne dźwięki. A te dźwięki, łącząc się razem, wytwarzając mowę ludzką, jeden z największych darów, jakie posiada człowiek. W krtani i ustach powstają też inne głosy i krzyki, śmiech, a także śpiew.

Jakim sposobem ciało nasze pozbywa się zużytych części.

Dla odbudowania ciała i jego wzrostu, dla wytworzenia i podtrzymania jego siły, spożywamy różne pokarmy. Lecz przy przeróbce tych pokarmów, przy ich trawieniu, krążeniu krwi, przy przemianie krwi w części naszego ciała — powstają różne odpadki, które koniecznie trzeba wydalać; inaczej bowiem zanieczyszczają one krew, psują porządek w ciele, sprowadzają zatrucie krwi i chorobę. Takiemi odpadkami, wydzielinami ludzkiemi ciała, są:

pozostałe **resztki pokarmów** (odchody);
para wodna;
woda;
dwutlenek węgla;
mocz.

Niestrawione **resztki pokarmów** — jak wiemy — są co pewien czas wyrzucane na zewnątrz z kanału pokarmowego przez otwór odbytowy.

Dwutlenek węgla przesącza się ze krwi przez ściankę płuc i ustami wychodzi przy wydychaniu. Człowiek dorosły wyrzuca na dobę 500 kwart dwutlenku węgla, w którym znajdują się 3 ćwierci funta węgla.

Również przy wydychaniu wychodzi nam z płuc i przez nos **para wodna**.

Obliczono, że przez płuca człowiek dorosły wydziela na dobę blisko 500 kwart pary wodnej, która po zgęszczeniu dałaby przeszło pół kwarty wody.

Lecz najwięcej wody człowiek wydziela ze siebie przez skórę wraz z **potem**. Pamiętacie, że w skórze znajdują się cieniutkie, pokręcone **rurki potowe**, z których każda kończy się na powierzchni skóry otworkiem. Takich otworków potowych człowiek posiada na skórze około dwóch miljonów.

Otworki te nawet gołem okiem można widzieć. Mianowicie, znać je dobrze na dłoni i palcach, tam, gdzie są na skórze drobne prążki, jakby kółeczka. Na tych prążkach

widać drobne dziurki. Są to właśnie otworki potowe i tędy wydobywa się pot. Nawet i to wydobywanie się potu można dojrzeć, szczególniej stanąwszy w słońcu. Wtedy widać, jak z otworka występuje kropeleczka wody i natychmiast niknie, wysycha; zaraz występuje druga kropelka i znowu niknie—i tak ciągle. Jest to bardzo ciekawy widok. To samo dzieje się na całej skórze.

Uczeni obrachowali, że otworkami potowemi w skórze wydziela się z człowieka na dobę około półtorej kwarty wody.

Takie powolne, niewidzialne pocenie odbywa się nieustannie. Ale niekiedy—przy silnem zgrzaniu, zmęczeniu, w gorący czas lub w gorączce—potu wydziela się tak dużo, że kropelki nie mogą natychmiast wyschnąć. Wtedy zbierają się w duże krople, które spływają z czoła, pokrywają jakby rosą szyję, płyną pod pachami, na grzbiecie, nogach. Wiadomo, że po takiem spoceniu się człowiekowi staje się trochę chłodniej. Wogóle tak jest, że im gorętsze powietrze, tem silniej człowiek się poci. Wtedy bowiem pot, żeby się mógł ulotnić, zabiera bardzo dużo ciepła z ciała—i w ten sposób doprowadza wewnętrzne ciepło naszego ciała do jednej miary. Dlatego to, czy zimą, czy latem, ciało człowieka zdrowego ma 37 stopni ciepła według ciepłomierza stustopniowego. Dlatego też więcej pocimy się w lecie; gdybyśmy się w lecie nie pocili, to ciepło naszego ciała podniosłoby się i dostalibyśmy gorączki. Tak czasem bywa przy różnych chorobach.

Pot nie jest czystą wodą: jest w nim nieco rozpuszczonej soli i innych nieczystości; z potem także wychodzą różne gazy nieprzyjemnie pachnące, szczególniej w pocie pod pachami, albo między palcami nóg.

Co się tyczy tego, w jaki sposób pot powstaje, to dzieje się tak. Rurka potowa jest zwinięta w skórze w kłębuszek, a ten kłębuszek cały jest opleciony siateczką rurek krwionośnych. Gdy krew przepływa tamtędy, przesącza się z krwi zanieczyszczona woda do rurek potowych i stamtąd

wypływa na zewnątz jako pot. A krew oczyszczona z potu odpływa ze skóry znowu w głąb ciała.

Po tem wszystkiem pojmujecie, jaką ważną rzeczą musi być dla człowieka, żeby wydzielanie potu odbywało się prawidłowo. A może to być wtedy tylko, gdy otworki potowe nie są zatkane brudem, czyli gdy cała skóra jest utrzymana w wielkiej czystości. Stąd to wynika potrzeba ciągłego mycia i kąpania całego ciała.

Inną wydzieliną naszego ciała jest **mocz**. Jest to płyn jasno-żółty, z mdłym, jakby słonawym zapachem, przypominającym amonjak. Człowiek dorosły, zdrowy, karmiący się jak się należy, wydala na dobę półtorej do dwóch kwart moczu.

Mocz składa się przedewszystkiem z wody, w której rozpuszczone są rozmaite odpadki z ciała: sól zwyczajna, fosfór, ale najwięcej jest resztek, powstałych w ciele przy zużyciu mięsa, mleka, sera, jajek i tym podobnych pokarmów, któreśmy nazwali wogóle mięsnemi lub białkowemi. Wszystkie te reszki są rozpuszczone w moczu. Czasami tylko, w chorobach, jest ich tak dużo, że wydzielają się i tworzą mętny osad, jakby piasek, a nawet duże kawałki zwane **kamieniami moczowemi.**

Mocz powinien się ze krwi wydalić koniecznie. Zupełne zatrzymanie moczu sprowadziłoby ciężką chorobę. U konia z zatrzymania moczu następuje szybka śmierć. U człowieka zupełne zatrzymanie moczu sprowadza śmierć po 10 lub 14 dniach.

Do wydalania moczu z krwi służy osobny **przyrząd moczowy**, który składa się z dwóch nerek i pęcherza.

Nerki, albo cynadry człowieka są bardzo podobne do nerek wieprza lub wołu i leżą tak samo w głębi jamy brzusznej, z dwóch stron kręgosłupa.

Od każdej nerki odchodzi rura, zwana **moczowodem**. Obie rury otwierają się do pęcherza, leżącego od przodu, w dolnej części brzucha. Pęcherz jest zbudowany z dość grubej błony, na powierzchni której leżą włókienka mięś-

niowe; więc pęcherz może się rozciągać i kurczyć. Wiadomo, że pęcherz wołowy lub inny można wydąć mocno, wdmuchując weń powietrze.

Mocz wydziela się w nerkach, spływa przewodami moczowemi do pęcherza i napełnia go. Gdy moczu jest za wiele, czujemy potrzebę wydalenia go. Pęcherz się kurczy i mocz wydostaje się na zewnątrz.

Chcąc dobrze zrozumieć budowę i czynność nerki, trzebaby przyjrzeć się jej dokładnie, a potem przekroić. Nerka jest brunatną masą, mającą postać jakby wielkiego bobu. Ze strony zaklęśnięcia widać, że dochodzą do nerki dwie grube rury: jedna prowadzi krew do nerki, a druga wyprowadza ją z nerki. Tutaj też zaczyna się przewód moczowy.

Rozkrajawszy nerkę, widać, że ścianka jej jest gruba, a w środku nerka jest pusta.

Prawa nerka przekrajana wzdłuż. Literą m oznaczone jest puste wnętrze nerki; p—przewód moczowy; t—tętnica nerkowa, którą dochodzi krew nieczysta; ż—żyła nerkowa, którą wychodzi z nerki krew oczyszczona.

W ściance nerki odbywa się właśnie oddzielanie moczu od krwi—a to tak. Nerka składa się z bardzo cienkich rureczek, leżących gęsto jedna przy drugiej. Każda rurka zaczyna się małem rozszerzeniem, jakby lejkiem; kręcąc

się rozmaicie, łączy się ona z innemi podobnemi rurkami i otwiera się do owego pustego wnętrza nerki, zwanego miedniczką.

Krew dochodzi do nerki grubą rurą—tętnicą nerkową. Ta tętnica zaraz rozgałęzia się na cienkie rureczki krwionośne. Dochodząc do lejków rurek moczowych, każda tętniczka zwija się w maleńki kłębuszek, leżący wewnątrz lejka. Tutaj właśnie, w lejku, przesącza się ze krwi mocz i wpływa do rurki moczowej. Potem dopływa do wnętrza nerki, do przewodu moczowego i tak dalej.

A krew oczyszczona z moczu płynie dalej i żyłą nerkową odpływa z nerki do ciała.

Tymczasem napływa nowa krew, niosąc ze sobą rozpuszczony mocz,—znowu go wydziela w nerkach, i tak wciąż. Wszystka krew człowieka nieustannie przepływa przez nerki, gdzie oczyszcza się z moczu, wydzielając go do wnętrza nerki.

Ciekawą rzeczą jest, że wraz z moczem wychodzą też z ciała różne lekarstwa i trucizny, jak naprzykład wódka. Jeśli nerki są chore — jak to się nieraz zdarza — krew nie może się oczyszczać należycie z moczu, wtedy rozmaite składające go nieczystości pozostają we krwi i osadzają się w niej w różnych miejscach ciała, szczególniej w stawach palców, nóg i rąk. Wywołuje to obrzęknięcie nóg i straszne bóle. Takie bóle najczęściej miewają na starość pijacy. U pijaka bowiem rurki nerkowe psują się od spirytusu i nie mogą już należycie służyć do oczyszczania krwi.

W innych chorobach osadza się w nerkach piasek moczowy, lub powstają tam albo w pęcherzu duże **kamienie moczowe.** Ponieważ obecność tych kamieni wywołuje nieraz ciężką chorobę, doktorzy umieją je wydobywać z pęcherza.

Jak się człowiek rodzi?

Jest to jedna z największych tajemnic życia ludzkiego. A jednak uczonym udało się po wielu wiekach badań i pracy jako tako tę wielką zagadkę wyjaśnić.

Człowiek poczyna się w łonie matki jako płód; rośnie tam i rozwija się przez 9 miesięcy — poczem wychodzi na świat. O tem wiecie wszyscy.

Ale o tem może nie wszyscy słyszeliście, że **człowiek lęgnie się z jajka**, tak samo jak ptak i ryba. Zachodzi ta różnica, że ptak lub ryba wyrzuca jajko ze siebie—i młode rozwija się nazewnątrz ciała matki; u kobiet zaś jajko zatrzymuje się w ciele i dziecko rozwija się wewnątrz ciała.

Do wyrabiania jajek i wychowania płodu służy przyrząd, który nazwiemy **przyrządem rozrodczym kobiecym.**

Lecz jajko wtedy tylko rozwija się w płód, gdy jest zapłodnione. Zapłodnienie odbywa się przez nasienie, które wyrabia się u mężczyzny w przyrządzie **rozrodczym męskim.**

Opiszemy pokrótce te dwa przyrządy; potem opowiemy o samem zapłodnieniu i rozwoju płodu; wreszcie zakończymy kilkoma uwagami o rodzeniu dziecka.

Przyrząd rozrodczy kobiecy nazewnątrz zaczyna się **szparą sromną.** Grube, nabrzmiałe brzegi tej szpary noszą nazwę **warg wstydliwych.** W górnej części szpary sromnej jest otwór kanału moczowego, idącego od pęcherza. Tędy wydostaje się na zewnątrz mocz.

Otwór sromny prowadzi w górę, w głąb brzucha, do rury mięsnej, na cal szerokiej, lecz łatwo rozciągającej się, zwanej **pochwą.**

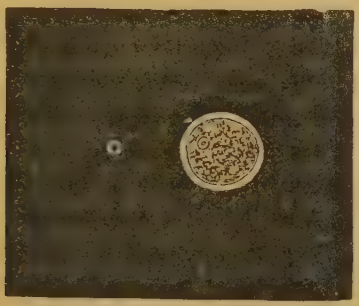
Pochwa ma długości dwa do trzech cali i przechodzi następnie w worek o grubych mięsnych ścianach, mający postać nieco spłaszczonej dużej gruszki. W tym właśnie worku rozwija się i rozrasta płód. Nazywa się ten ważny worek **macicą.**

Macica otwiera się do pochwy wąską szparą o grubych brzegach. Szpara ta jest zwykle zamknięta; lecz od czasu do czasu otwiera się, a przy rodzeniu rozszerza się bardzo znacznie dla przepuszczenia płodu.

W górnej części odchodzą od macicy dwie rurki. Każda z nich rozszerza się na końcu nakształt postrzępionego lejka i kończy się otworem. Te dwie rury nazywają się ja

jowodami, a to dlatego, że tędy przedostają się jajka kobiece do macicy. Skąd? zaraz zobaczymy.

Wiadomo, że jeśli rozciąć kurę lub gęś, to w brzuchu ich można widzieć całą gromadę większych i mniejszych żółtych pęcherzyków. Są to zawiązki jajek, które ta kura lub gęś zniosłaby w przyszłości. Sama zaś gromadka jajek nazywa się jajnikiem.



Na lewo — jajko kobiece prawdziwej wielkości. Na prawo — powiększone 100 razy.

Otóż coś podobnego znajduje się u kobiet. (Zobacz rysunek na stronie 118). Tuż pod otworami jajowodów widać dwa duże gruczoły, wydzielające jajka, a więc **dwa jajniki.** Jajniki są najważniejszą częścią przyrządu rozrodczego kobiety: w nich bowiem powstają jajka, z których po zapłodnieniu rozwija się płód. **Jajko kobiece jest prawdziwym zaczątkiem przyszłego dziecka.**

Z pewnością radzibyście wiedzieć, jak też wygląda takie jajko. Jest to okrągły pęcherzyk, wielkości małego łebka szpilki; wewnątrz jest on napełniony cieczą, zwaną żółtkiem. Skorupki nie posiada, lecz otoczony jest delikatną błonką.

Takich jajek w każdym jajniku jest mnóstwo.

Do lat 14, 15 lub 18 jajniki są w zupełnym spokoju i nie zawierają jeszcze dojrzałych jajek. Zaczynają się one zjawiać, dopiero gdy nadejdzie wiek dojrzałości.

Mianowicie jajko, które przedtem było maleńkie, nie-

widzialne, rozrasta się do wielkości łebka szpilki; pęcherzyk, w którym było zawarte, pęka — i jajko wydostaje się na powierzchnię jajnika. Jednocześnie z tem lejkowate strzępki jajowodu obejmują jajnik — i tak jajeczko dostaje się do jajowodu. Teraz powoli przesuwa się ono jajowodem dalej, aż wpada do wnętrza macicy. Na jeden raz dojrzewa i dostaje się do macicy tylko jedno jajko, chociaż mogą się zdarzyć dwa, a nawet trzy.

W miarę dojrzewania jajka zachodzą zmiany w samej macicy. Krew napływa do niej obficiej, ściany macicy pęcznieją. Wreszcie niektóre cienkie rurki, leżące na wewnętrznej powierzchni macicy, rozrywają się pod naciskiem krwi; krew zaczyna wypływać z macicy i przez pochwę wydostaje się na zewnątrz.

Krwawienie takie, gdy się raz zacznie, powtarza się potem regularnie co miesiąc (28 do 30 dni) — i dlatego znane jest pod nazwą **regularności** lub **krwawienia miesięcznego.**

Od pierwszej regularności kobieta jest już dojrzałą; już teraz co miesiąc rozwija się w niej jajko, **już może ona zostać matką.**

U kobiety zdrowej regularność przerywa się tylko na czas ciąży i karmienia dziecka. Wogóle zaś trwać winna do lat mniej więcej 50.

Przy regularności kobieta jest zwykle nieco słabsza. Czasem ma trochę gorączki, czuje ból w krzyżu lub kolki w macicy. Dlatego powinna zachowywać się spokojniej, mniej się ruszać, a nawet, w razie bardzo silnego krwawienia lub boleści w macicy, przeleżeć dzień lub dwa w łóżku.

Jajko z jajników do macicy wędruje około 5 dni do tygodnia. Przez czas regularności pozostaje jeszcze w macicy. Poczem, jeżeli się nie zetknęło w macicy z nasieniem męskiem, rozpływa się i ginie.

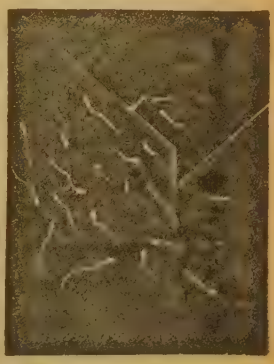
Jeśli jednak jajko spotka się z nasieniem i zostanie zapłodnione, wtedy pozostaje w macicy, przyrasta do jej ściany i rozwija się dalej w płód ludzki.

Przyrząd rozrodczy męski. Główną czynnością przyrządu rozrodczego mężczyzny jest wyrobienie płynu zapładniającego, czyli nasienia.

Nasienie poczyna się wyrabiać dopiero około 16 lub 18 roku życia.

Przedstawia się ono jako płyn białawy, gęsty, z przenikliwym zapachem. Płyn nasienny na bieliźnie prędko zsycha się, tworząc szare, twarde plamy, jakby od białka jaja kurzego.

Jeśli kropelkę świeżego płynu nasiennego rozpatrywać przez szkło mocno powiększające, widzi się, że składa się on z przezroczystej cieczy, w której poruszają się na wszystkie strony jakieś cieniutkie niteczki. Każda nitka posiada na jednym końcu zgrubienie, czyli główkę: wygląda to więc jakby główka z ogonkiem, którym nieustannie wywija. Dzięki temu wywijaniu cała nitka nasienna posuwa się dość szybko naprzód. Otóż taka właśnie nitka stanowi to, zapomocą czego zostaje zapłodnione jajko kobiety, taka nitka stanowi nasienie. Niech jedna tylko nitka nasienna dostanie się do jajka, leżącego w macicy, to nastąpi poczęcie — a po 9 miesiącach urodzi się dziecko.



Nitki nasienne męskie, powiększone paręset razy.

Tymczasem w płynie nasiennym, który naraz się wydobywa, są takich nitek miljony; wszystkie one wchodzą do pochwy, dostają się do macicy, rozbiegają się po niej na wszystkie strony.

Jeśli więc tam jest jajko kobiece dojrzałe, nie jedna, to druga nitka nasienna męska może się z jajkiem zetknąć, wnika w nie, rozpuszcza się w niem — i następuje zapłodnienie. Dlatego to—jak się zdaje — najłatwiej następuje poczęcie na tydzień przed regularnością: w tym czasie bowiem w macicy znajduje się właśnie gotowe, dojrzałe jajko.

Jeśli wypadkiem w macicy były naraz dwa lub trzy dojrzałe jajka i wszystkie zostały zapłodnione, to urodzą się bliźnięta lub trojaczki.

Do wyrabiania nasienia męskiego służą dwa okrągławe gruczoły, zwane jądrami. Leżą one poniżej brzucha, obok siebie, w osobnym worku skórnym.

Jak wszystkie inne przyrządy ciała, tak i przyrząd rozrodczy bywa narażony na wiele i bardzo ciężkich chorób.

U kobiet chorób jest więcej, wynikających najczęściej z nieczystości, a potem z niezachowywania ostrożności przy ciąży, porodzie lub połogu. Tymczasem nieraz się zdarza widzieć kobiety, które — czy to z wrodzonej wstydliwości, czy z nieświadomości — całemi latami cierpią, nie radząc sobie niczem lub radząc źle. A przecież, gdy u kobiety okaże się jaka choroba przyrządu rozrodczego, obowiązkiem jej jest iść do doktora, który leczy kobiety. Zresztą o tem, jak się mają zachowywać kobiety, żeby były zdrowe, jest osobna książeczka, którą każda dorosła kobieta powinna sobie odczytać *).

Ale najstraszniejszemi są—tak u mężczyzn, jak i u kobiet—choroby zaraźliwe, znane pod nazwą **wenerji**. Są to obrzydliwe odpływy, krosty i wrzody, które tworzą się na zewnętrznych lub wewnętrznych częściach rozrodczych, toczą je i psują. Niektóre z tych chorób (syfilis) są tem groźniejsze, że zakażają krew i występują przez całe lata, nawet przez całe życie w różnych częściach ciała: w nosie, gardle, a nawet w mózgu. Co gorsza, z nasieniem przedostają się one nawet do płodu. Dziecko rodzi się już z wrzodami lub potem ich dostaje i umiera; jeśli zaś nie umiera wcześnie, to później dostaje różnych wrzodów, zawsze jest nędzne i słabe.

Czyż to nie prawdziwa zbrodnia, gdy mężczyzna z niewyleczoną chorobą zarazi wenerją swą żonę lub inną kobietę i rodzi dzieci, zarażone już w łonie matki!

---

*) „Poradnik dla kobiet“—przez doktora Zielczaka.

A i to trzeba wiedzieć, że od człowieka zarażonego wenerją choroba może się przenieść na zupełnie zdrowego przez obcowanie z nim, pocałowanie, przez picie z tego samego kubka, dotknięcie jego ręki, spanie na tem samem posłaniu.

A jednak i tę straszną chorobę umieją doktorzy leczyć, jeśli się tylko wczas poradzić. Możecie się znowu gniewać na mnie, ale powiem wam wprost, że zbrodniarzem jest ten, kto, mając chorobę weneryczną, nie pójdzie do doktora czy do szpitala i nie wyleczy się z niej zupełnie.

Jak się rozwija dziecko w łonie matki?

Jeżeli jajko kobiece, będące już w macicy, zostanie zapłodnione, wtedy odbywają się w niem zaraz różne przemiany.

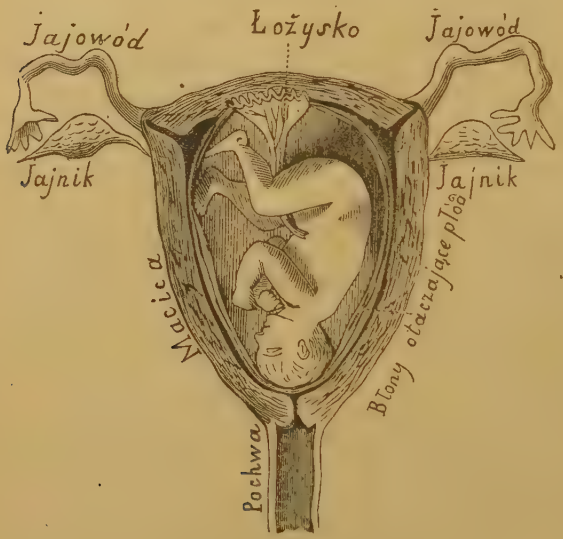
Najpierw na jego powierzchni wyrastają drobne niteczki, któremi przytwierdza się ono do ściany macicy. Potem powstaje z niego zarodek, który powoli przybiera postać dziecka.

W trzecim tygodniu po zapłodnieniu zarodek posiada zaledwie początek głowy. Na głowie niema jeszcze oczu, nosa, uszu, języka. Niema też rąk, ani nóg.

W końcu czwartego tygodnia zarodek ma już pół cala długości. Na głowie zjawiają się oczy, jako dwie czarne plamki; uszy mają postać płytkich zagłębień po obu stronach głowy. Na szyi są cztery szpary, prowadzące do przełyku, które potem zupełnie znikają. Wewnątrz są już zaczątki tchawicy i płuc, żołądka, kiszek, wątroby i śledziony. Rączki i nóżki przedstawiają się jako 4 maleńkie wypukłości bez palców. Cały zarodek otoczony jest pęcherzem, wypełnionym wodnistą cieczą.

W końcu drugiego miesiąca zarodek ma blisko cal długości i już podobny jest do człowieka. Głowa jest grubsza i większa od tułowiu, oczy dostają powiek. Około otworów usznych wyrastają uszy zewnętrzne. Zjawia się powoli nos

z dwoma nozdrzami; chociaż brak jeszcze podniebienia i nos łączy się wewnątrz z ustami. Wreszcie teraz dopiero ukazują się zaczątki przyrządu rozrodczego, ale takie, że nie można jeszcze poznać, czy będzie chłopiec, czy dziewczyna.



Przednia ścianka macicy i pochwy — odcięte: widać zarodek dojrzały w macicy. Wszystko znacznie zmniejszone.

Szkielet, który dotąd był chrząstkowy, zaczyna powoli kostnieć; na nogach i rękach wyrosły już palce.

W końcu trzeciego miesiąca zarodek jest prawie zupełnie wykształcony. Powstało już podniebienie, dookoła ust zjawiły się wargi. Wewnątrz jest serce. Już widać, czy dziecko jest chłopcem, czy dziewczyną. Na palcach zaczynają rosnąć paznogcie.

W tym też czasie wykształca się w zupełności **miejsce, łożysko.** Jest to pęcherz, który od samego początku rozwoju zarodka rośnie od kiszki i doszedłszy do powierzchni jajka, przyrasta do ściany macicy. W tym pęcherzu

powstają rurki krwionośne, które łączą się z rurkami krwionośnemi macicy, przechodzą do dziecka i dostarczają pożywienia do jego wzrostu i rozwoju. Prawdziwie powiedzieć można, że dziecko jest krwią z krwi swej matki.

Część węższa tego pęcherza łożyskowego, łącząca miejsce z brzuchem dziecka, nazywa się sznurkiem pępkowym. Po wyjściu dziecka ten właśnie sznurek zostanie przewiązany i przecięty, a po uschnięciu odpada, zostawiając jako ślad — pępek.

W piątym miesiącu mięśnie zarodka są już tak wyrobione, że może on poruszać ciałem, rączkami, nóżkami. Te właśnie ruchy dziecka odczuwa matka od piątego miesiąca ciąży. W następnych miesiącach zarodek głównie rośnie.

Aż w końcu dziewiątego miesiąca ciąży ma on już pół łokcia do trzech ćwierci łokcia długości; głowę ma pokrytą małemi włosami. Waży cztery do siedmiu funtów. Wtedy to następuje kurczenie macicy i bóle, zwiastujące poród.

Na świat przychodzi nowa istota, nowy człowiek... Rodzi się na dolę i niedolę, na radość i smutek. Dotąd pielęgnowała go w łonie matki sama przyroda. Teraz wychodzi na świat pod opiekę ludzi, a przedewszystkiem matki i ojca... Jeśli potrafią się z niem obchodzić, będzie zapewne żył, będzie rósł zdrowo i szczęśliwie. Jeśli potrafią go rozumnie wychować, będzie z niego może prawy, rozumny człowiek, dzielny i pożyteczny członek swego społeczeństwa.

Oby takimi były wszystkie rodzące się u nas dzieci!

Spis rozdziałów.

Wnętrze ciała ludzkiego 5
Skóra ludzka 7
O kościach, czyli szkielecie 19
Mięśnie 27
Mózg i nerwy 34
Narzędzia zmysłów 52
Przyrząd trawienia pokarmów 66
O krwi i jej krążeniu po ciele 80
O płucach i oddychaniu 94
Jakim sposobem ciało nasze pozbywa się zużytych części . . . 107
Jak się człowiek rodzi 111
Jak się rozwija dziecko w łonie matki 117

328

WYDAWNICTWO IMIENIA M. BRZEZIŃSKIEGO.

M. BRZEZIŃSKI.

KRÓTKA NAUKA

O CIAŁACH PRZYRODY MARTWEJ,

ich własnościach, przemianach i znaczeniu.

Z licznemi rysunkami.

Wydanie dziesiąte.

WARSZAWA. — 1923.
„KSIĘGARNIA POLSKA" TOW. POLSKIEJ MACIERZY SZKOLNEJ.
WARECKA 15.

SPIS RZECZY.

		Str.
Wstęp		3
I.	Powietrze	5
II.	Tlen, jego znaczenie i własności	22
III.	Azot	27
IV.	Dwutlenek węgla	33
V.	Woda	41
VI.	Piasek	56
VII.	Glina	60
VIII.	Granit	65
IX.	Ziemia rodzajna (gleba)	69
X.	Wapienie	72
XI.	Gips	82
XII.	Siarka	85
XIII.	Fosfór	92
XIV.	Sól kuchenna	95
	Kopalnia soli w Wieliczce	107
XV.	Węgiel	111
XVI.	Torf	134
XVII.	Nafta	139
XVIII.	Żelazo	147
XIX.	Miedź	163
XX.	Ołów	167
XXI.	Cyna	171
XXII.	Cynk	173
XXIII.	Srebro	176
XXIV.	Złoto i platyna	179
XXV.	Rtęć i inne metale	186
XXVI.	Zakończenie	189

Zak. Graf. Wyd. „Książka" Tarnka 46. Tel. 33-30

Spójrzmy uważnie dokoła siebie.

Nad głowami swojemi mamy nieskończony obszar **nieba** ze słońcem, księżycem i gwiazdami. Zewsząd otacza nas **powietrze**, w którem kłębią się i unoszą chmury, szumią wiatry, padają deszcze, śniegi i grady, w którem czasami huczą pioruny, przebiegają oślepiające błyskawice, a czasem jaśnieje siedmiobarwna wstęga tęczy.

Pod stopami mamy **ziemię**, tę matkę-karmicielkę, która żywi miljardy **roślin i zwierząt** i nam ludziom dostarcza wszystkiego, co jest potrzebne do życia.

Rozkopmy ziemię. Znajdziemy w niej różnorodne **kamienie i skały, piaski, gliny, wapienie**, w niektórych miejscach rudę żelazną, a są kraje, w których prócz tego napotkamy złoto, srebro i setki innych **kopalin**. Na powierzchni ziemi widzimy zbiorniki **wód** rozlicznych: źródła i rzeki, błota i jeziora, olbrzymie morza i oceany.

Wszystko to, co nas otacza dokoła, a co Bóg mocą swoją stworzył i utrzymuje: niebo i gwiazdy, powietrze, wodę i ziemię, rośliny, zwierzęta i ludzi, nazywamy razem **przyrodą** albo naturą; a przedmioty składające przyrodę zowiemy ciałami przyrodzonemi lub **ciałami przyrody**. Nazwę taką dajemy im dla odróżnienia ich od ciał sztucznych, które człowiek pracą swoją wyrobił z ciał przyrodzonych, jak: domy, sprzęty, narzędzia, dzieła nauki i sztuki.

Od kolebki aż do grobu otoczeni jesteśmy ciałami przyrody, z nich czerpiemy materjał na pożywienie i ubranie, na domy nasze, na wszystko, co zaspokaja potrzeby naszego życia. Na każdym kroku korzystamy z ciepła i światła słońca, z potęgi ognia, wiatru i wody, zaprzęgając te i inne siły przyrody do

pracy dla siebie. A przedewszystkiem sami jesteśmy dziećm przyrody, sami stanowimy jej cząstkę i podlegamy jej siłom po tężnym.

To też poznawać przyrodę, znać jak najdokładniej składa jące ją **ciała**, znać i rozumieć te zmiany, te **zjawiska**, jakie za chodzą nieustannie z ciałami przyrody, znać siły, które zjawiska te wywołują, i **prawa**, na mocy których siły te działają, jest ko niecznym obowiązkiem każdego człowieka myślącego.

A poznać przyrodę nie trudno.

Jak wielka księga, dziwów i cudów pełna, stoi ona otwart dla każdego, kto ma oczy do patrzenia, uszy do słuchania, a ro zum do pojmowania.

Szczególniej zaś badanie i rozumienie przyrody ważne jes dla tych, którzy całe życie wśród niej przebywają i wśród nie pracują, a więc dla rolników, ogrodników, leśników i innyc mieszkańców wsi.

To mając na względzie, w szeregu krótkich pogadanek za mieścimy najważniejsze wiadomości **o ciałach martwych przy rody**, to jest o powietrzu, o wodzie i o kopalinach, które wcho dzą w skład naszej ziemi; podamy ich własności i przemiany a także znaczenie ich w całej przyrodzie, oraz pożytek z nic dla ludzi.

I. Powietrze.

Czy to prawda, że jest powietrze? — W jednej z bardzo zajmujących książek K. Promyka pod nagłówkiem: „Ciekawe zjawiska w świecie“ znajduje się zaraz na początku zabawna a wielce pouczająca historja o tem, „Jak się Bartek z Wojtkiem założył i jak Wojtek wygrał“.

O cóż takiego im poszło?

O to, że Bartek dowodził, iż butelka, z której wylano ocet jest pusta, a Wojtek twierdził, że nie jest pusta, że w niej coś jest. I na dowód, że coś jest w butelce, zrobił następującą próbę.

Do pustej butelki wstawił lejek, łojem czy woskiem zasmarował dobrze szparę pomiędzy szyjką a lejkiem i przez lejek wlewał do butelki wodę. Cóż się okazało?

Rys. 1.

Woda nie wlewa się do butelki, jakby jej coś nie puszczało. Rzeczywiście, nie puszczało wody do butelki **powietrze**,

które się tam znajdowało i nie mogło wyjść z butelki, bo szpara była zasmarowana. Skoro zaś uniesiono nieco lejek, powietrze szparą uszło i woda swobodnie wlała się do butelki.

W ten prosty sposób Wojtek przekonał Bartka, że w pustej napozór butelce znajduje się powietrze, i wygrał zakład. (Rys. 1).

Rys. 2.

Rys. 3.

Żeby lepiej jeszcze dowieść istnienia powietrza, możemy zrobić doświadczenie następujące. Weźmy butelkę lub słoiczek z szeroką szyjką: dopasujmy do niego szczelnie korek, w korku tym wypalmy drutem dwa otwory i wstawmy szczelnie w jeden otwór mały lejek, a w drugi cienką rurkę gumową. Rurki takie kupuje się w aptekach, składach aptecznych lub u optyków.

Teraz koniec wolny rurki gumowej trzeba zanurzyć do szklanki z wodą, a przez lejek nalewać wody do słoika. Wtedy powietrze, które znajdowało się w słoiku, wypchnięte przez wodę, będzie uciekało rurką i w postaci srebrzystych baniek wychodzić zacznie przez wodę w szklance.

Można też koniec tej rurki skierować na

płomień świecy, a wychodzące powietrze pochyli płomień, nawet może go zgasić. (Rys. 2).

Takiemi i wielu innemi doświadczeniami można pokazać, że powietrze wypełnia puste napozór rurki, szklanki, butelki, słoiki i t. p. (Rys. 3 i 4).

Powietrze wypełnia też całą naszą izbę, znajduje się również na dworze i ciągnie się w górę wszędzie nad ziemią warstwą na mil 40 wysoką. Poruszając w izbie czy na dworze ręką,

Rys. 4.

czujemy wyraźnie, jak coś usuwa się przed naszą ręka, przepływając nam między palcami. Tem czemś jest właśnie powietrze.

Gdy powietrze przepływa z miejsca na miejsce, powstaje **wiatr**, czasem lekki, łagodny, gdy powietrze przepływa niezbyt prędko, a niekiedy silny, burzliwy, który dachy zrywa i drzewa z korzeniami wywraca, gdy prędkość przepływu powietrza jest wielka.

Otoczeni zewsząd przez całe życie powietrzem, tak przywykamy do niego, że zapominamy o istnieniu tego niezmiernie ważnego ciała przyrody.

Przekonawszy się dowodnie, że powietrze naprawdę istnieje, pomówimy dalej o tem, czem jest powietrze, jakie są jego główne własności, z czego się ono składa i do czego nam służy.

Czem jest powietrze i do czego służy? Ciała przyrody różnią się między sobą swemi własnościami. Z własności tych najważniejszy jest stan, w jakim się ciała znajdują.

Jedne, jak: kamień, kreda, są w stanie stałym, bo stale zachowują swoją postać, jeżeli ich nie rozbijemy na części.

Inne, jak: woda, nafta, są w stanie ciekłym, bo ciekną, czyli płyną, jeśli nie są objęte z dołu i boków naczyniem.

Inne wreszcie, jak: powietrze, gaz świetlny, para wodna, są w stanie lotnym, gdyż ulatniają się na wszystkie strony, jeżeli nie zamkniemy ich jak najszczelniej w naczyniu ze wszechstron. Pierwsze ciała zowiemy ciałami stałemi; drugie — ciałami ciekłemi lub cieczami albo płynami; trzecie — ciałami gazowemi lub gazami.

Jedno ciało może przechodzić wszystkie stany skupienia:, np. lód jest ciałem stałem, w cieple topi się i staje się wodą — ciałem ciekłem, które w gorącu przechodzi w stan pary, to jest stan gazowy, ulatnia się.

Powietrze, jak zaznaczyliśmy, jest jednym z gazów; jest to ten gaz, który otacza dokoła ziemię, w którym tedy całe życie przebywamy; przez całe życie wciągamy go nosem lub ustami do płuc, czyli oddychamy powietrzem. Tak samo oddychają nieustannie powietrzem wszystkie zwierzęta i wszystkie rośliny. Bez powietrza ani człowiek, ani zwierzę, ani roślina nie może oddychać: dusi się, umiera, ginie. Jest to więc gaz bardzo ważny, najważniejszy ze wszystkich: jest on niezbędny do oddychania, a zatem niezbędny do życia roślin, zwierząt i ludzi.

I jeszcze do czegoś więcej niezbędne jest powietrze: do palenia się świecy, drzewa, węgla, nafty, gazu i t. p. materjałów, zawierających węgiel. Zapalcie krótką świecę, postawcie ją na stole i nakryjcie szklanką do góry dnem odwróconą. Świeca bardzo prędko zgaśnie, bo zabraknie jej świeżego powietrza.

Zanim świeca zupełnie zgaśnie, unieście nieco szklankę i wpuśćcie świeżego powietrza: gasnący płomień świecy powiększy się, będzie się ona dalej paliła.

Jak ta świeca, tak samo człowiek, zwierzę i roślina gasną czyli giną bez powietrza.

Widzieć powietrza nie możemy, bo jest ono prawie bezbarwne, zlekka tylko niebieskawe. Niebo wydaje nam się niebieskiem właśnie od barwy powietrza, którego gruba warstwa znajduje się nad nami. Czasami jednak widać powietrze, wtedy mianowicie, gdy dzień jest gorący i gdy spojrzymy ukośnie ponad pole lub łąkę: wówczas powietrze drga od gorąca, unosząc się w górę, i drganie to można zauważyć tuż ponad ziemią.

Powietrze nie przeszkadza nam widzieć poza sobą wszystkich rzeczy, nie zasłania ich, jak to robi np. dym lub mgła. Powietrze jest więc gazem przezroczystym.

Gdy ruszamy szybko ręką, powietrze rozbija się tak samo, jak gdy rozbijamy ręką wodę. Ma więc powietrze gęstość, ale niewielką. Jest ono 770 razy rzadsze od wody. Dlatego to daleko łatwiej przesuwać ręką w powietrzu, niż w wodzie.

Rys. 5.

Oczywiście, musi też powietrze być 770 razy lżejsze od wody, skoro jest tyle razy rzadsze.

Zrobiono taką próbę. Wzięto banię szklaną szczelnie zamkniętą, zawierającą cztery litry powietrza. Powieszono tę banię na koniec ramienia wagi (Rys. 5) i zważono. Okazało się, że bania waży dwa kilogramy i pięć gramów.

Potem wyciągnięto z bani powietrze — do czego jest osobna pompa — i znowu banię zważono. Teraz ważyła już tylko dwa kilogramy.

A zatem cztery litry powietrza ważą pięć gramów; tymczasem cztery litry wody ważą cztery kilogramy.

Można więc powiedzieć, że jest to ciało bardzo rzadkie i bardzo lekkie.

Ciekawa rzecz, czy też powietrze wszędzie jest jednakowo rzadkie i lekkie?

Otóż nie wszędzie. Na wysokich górach jest ono rzadsze, niż na nizinach lub nad morzem. Uczeni robili tak: wznosząc się wysoko nad ziemię, czy to przy wstępowaniu na góry, czy

wzlatując balonami, nabierali na różnej wysokości banie powietrza szczelnie zamknięte i potem je ważyli. Okazało się, że im

Rys. 6.

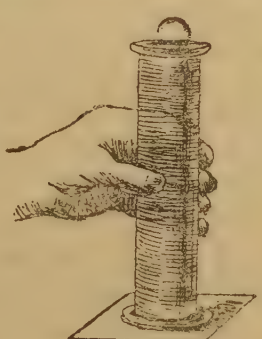
wyżej, tem powietrze waży mniej, skoro zaś mniej waży, to widocznie im wyżej, tem staje się rzadsze.

Rys 7.

Na wysokości 5 do 6 kilometrów nad ziemią powietrz jest tak rzadkie, że oddychać trudno; a na wysokości 10 kil metrów zupełnie oddychać niepodobna.

Mówiliśmy, że nad nami jest blisko 40 mil powietrz Chociaż jest więc ono lekkie, naciska na ziemię ze znaczn siłą. Przytem ciśnie ono z dołu do góry, z góry na dół i z boków To tak, jak z pierzyną. Przecież pierzyna jest lekka; ale nałó cie na człowieka dziesięć pierzyn, to się pod ich ciężarem udus

Nalejcie do szklanki (lub kieliszka) pełno wody, przykryjcie tę wodę szczelnie kawałkiem papieru i zręcznie odwróćcie szklankę do góry dnem. Woda nie wyleje się ze szklanki. Dlaczego? Bo powietrze naciska z dołu i podtrzymuje papier.



Rys. 8.

Rys. 9.

Zróbcie to samo doświadczenie, ale szklankę z wodą i z papierem wstawcie do góry dnem do talerza napeł nionego wodą, poczem ostrożnie wysuńcie pod wodą papie z pod szklanki. Pewno myślicie, że woda wyleje się ze szklan ki? Bynajmniej! Woda ze szklanki nie wylewa się do talerza choć szklanka do góry dnem na talerzu stoi, — bo powietrz naciska z góry na wodę w talerzu i nie pozwala wypłynąć te wodzie, która jest w szklance. Tak samo nie wylałaby się wo da ze słoika i butelki, wypełnionej wodą i wstawionej szyjk do wody. (Rys. 6, 7, 8 i 9).

Ze ścisłych pomiarów okazało się, że powietrze ciśnie n każdy centymetr kwadratowy, np. stołu, z taką siłą, jakby n tym centymetrze leżał 1 kilogram ciężaru.

Jeszcze o ciśnieniu powietrza, a także o jego zgęszczaniu i rozrzedzaniu. W nauce zwanej fizyką po znamy się dokładniej z ciśnieniem powietrza. Ale tymczasem musimy się choć paru szczegółów o tem ważnem zjawisku do wiedzieć.

Uczeni chcieli się przekonać, jaką siłę posiada ciśnienie powietrza. W tym celu brali rurę szklaną z dnem długą na kilka łokci i napełniali ją całkowicie wodą; zatknąwszy otwór rury palcem, odwracali ją do góry dnem i wstawiali otworem do talerza z wodą. Poczem palec pod wodą odejmowali. Okazało się, że — tak samo, jak w naszem doświadczeniu ze szklanką czy kieliszkiem — woda nie wylewała się z rury, choć słup tej wody był teraz kilka łokci wysoki. Ale skoro wzięto rurę mającą nieco więcej nad dziesięć metrów wysokości, wtedy woda w tej rurze opadała i zatrzymywała się właśnie na wysokości dziesięciu metrów i 260 centymetrów. Cóż z tego wynika? To, że ciśnienie powietrza ma tyle tylko siły, iż zdolne jest podtrzymać słup wody wysokości 10260 centymetrów (t. j. 10 metrów i 260 centymetrów), a więcej nie utrzyma.

Rys. 10.

To samo doświadczenie robiono potem z inną cieczą, mianowicie z rtęcią *), która jest 13 i pół razy cięższa od wody. Ciekawa rzecz, do jakiej też wysokości ciśnienie powietrza utrzymać może rtęć?

Oczywiście, do wysokości 13 i pół razy mniejszej, bo rtęć jest 13 i pół razy cięższa od wody.

Rzeczywiście. W rurce napełnionej rtęcią i wstawionej ostrożnie otwartym końcem do rtęci ciśnienie powietrza podtrzymuje rtęć na wysokości 76 centymetrów. (Rys. 10).

Taka rurka z rtęcią, przymocowana do deseczki i zaopatrzona u góry w podziałkę, zwykle dochodzącą do 80 centymetrów, zowie się barometrem.

Mając taki barometr, łatwo zauważyć, że rtęć w jego rurce niezawsze stoi na wysokości 76 centymetrów. Tak bywa najczęściej — i wtedy ciśnienie powietrza zowiemy zwykłem (normalnem).

---

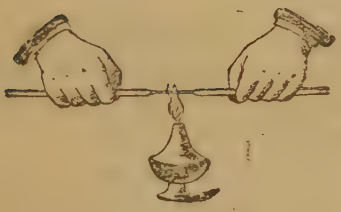
*) Ciecz gęsta, podobna do roztopionego srebra lub ołowiu, nazywa się inaczej żywe srebro. Rtęć widzieć można w rurce termometru, czyli ciepłomierza.

Ale kiedyindziej, np. przy stałej suszy i gorącu, rtęć wznosi się w rurce dochodząc np. do 78 centymetrów. Mówimy wtedy, że „barometr idzie w górę". Skądże to? — Widocznie stąd, że powietrze naciska wtedy silniej.

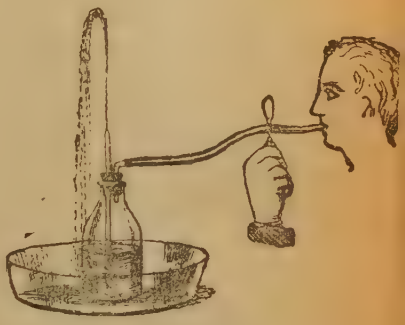
A znów bywa i tak, że rtęć w barometrze opada, np. do 72 centymetrów — jak się to zdarza przed burzą. To znów dlatego, że powietrze ciśnie wtedy słabiej.

A więc ciśnienie powietrza najczęściej bywa zwykłe (normalne), ale może być wyższe albo niższe od zwykłego.

Zaraz zobaczymy, kiedy ciśnienie powietrza bywa wyższe od zwykłego.



Rys. 11.



Rys. 12.

Weźmy słoik szklany napełniony do połowy wodą i zatkajmy go szczelnie korkiem, przez który przechodzi rurka szklana sięgająca prawie do dna słoika. Górny koniec rurki powinien być wąski, z małym otworkiem *). Przez ten sam korek przechodzi druga rurka, której koniec obejmujemy ustami i wdmuchujemy mocno powietrze do słoika. Z rurki będzie nam bić w górę wytrysk wody, czyli fontanna. (Rys. 12).

Co wypycha tę wodę?

Powietrze, które jest nad nią w słoiku. Powietrze to jest widocznie teraz silniejsze od powietrza w naszej izbie. Dlacze-

*) Cienkie rurki szklane łatwo miękną w płomieniu lampki spirytusowej. Wtedy można je dowolnie zginać, rozciągać i przerywać — jak widzimy wyobrażone na rysunku 11-ym. Po przerwaniu rurki rozciągniętej otrzymuje się 2 rurki zwężone na końcu.

go? Bośmy to powietrze zgęścili, nadmuchawszy tam więcej powietrza.

Pokazuje się tedy, że powietrze zgęszczone naciska silniej od zwykłego.

A teraz próbujmy rozrzedzić powietrze.

Biorę lejek szklany. Do szerokiego otworu przykładem ćwiartkę papieru, a wąski koniec biorę do ust i wciągam w siebie powietrze z lejka. Papier nietylko nie odpadnie od lejka, choć go nie będę podtrzymywał ręką. ale nawet będzie się wgłębiał do środka, jakby go tam coś wpychało. Wpycha go ciśnienie powietrza w izbie, które jest większe, niż ciśnienie powietrza w lejku. Dlaczego? Bo w lejku powietrze jest rozrzedzone, a w izbie zwyczajne.

Rys. 13.

A więc powietrze rozrzedzone ciśnie słabiej od zwykłego. Zamiast ćwiartki papieru można przyłożyć lejek do dłoni. Co będzie — pokazuje rysunek 13-ty.

Jeszcze jedno doświadczenie.

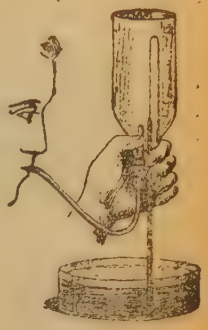
Mamy kolbę *) i korek z dwoma kanałami. Przez jeden kanał przechodzi rurka zgięta; przez drugi — prosta, sięgająca do początku wydętej części kolby. Koniec tej rurki prostej zanurzamy do wody rozrobionej z mydłem (jak do puszczania baniek mydlanych) — i następnie zatykamy naszym korkiem kolbę. Kropla wody mydlanej zwieszać się będzie na końcu rurki prostej. A teraz przez rurkę zgiętą wyciągamy ostrożnie powietrze z kolbki. Co będzie? Natychmiast kropla wody mydlanej zacznie się wydymać w piękną bańkę.

Co wydęło tę bańkę? Oczywiście powietrze zewnętrzne naszej izby, które teraz jest mocniejsze, niż powietrze rozrzedzone w kolbie.

Można też przez rozrzedzenie powietrza wewnątrz słoika utrzymać wytrysk wody — jak to widać na rysunku 14-ym.

*) Kolba — szeroka butelka szklana z długą szyjką.

Jest pewien ważny przyrząd, który opiera się na ciśnieniu powietrza. Jest to zwyczajna **pompa.**



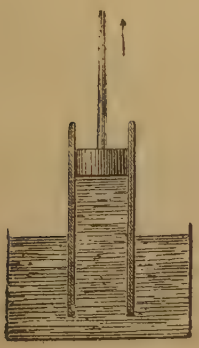
Rys. 14.

Żeby zrozumieć działanie pompy, wytłumaczymy sobie najpierw, dlaczego to przez rurkę czy słomkę, zanurzoną dolnym końcem do wody, można pić wodę.

Oto, chcąc pić wodę przez rurkę, najpierw wyciągamy ustami powietrze z rurki, czyli rozrzedzamy je. W miarę jak się powietrze w rurce rozrzedza, powietrze zewnętrzne, jako silniej naciskające, wtłacza wodę do rurki, póki nie dojdzie ona do naszych ust.

To samo jest przy użyciu strzykawki, czyli sikawki. Jest to rura z zatyczką ruchomą, która wewnątrz rury może się przesuwać. Nazywa się ta zatyczka **tłokiem.** Gdy rurę zanurzymy do wody, a tłok będziemy wyciągali do góry, wtedy powietrze pod tłokiem rozrzedza się, — a więc powietrze zewnętrzne wciska wodę do rury. Naciskając potem tłok, wyrzucamy, czyli wytryskujemy tę wodę. (Rys. 15 i 16).

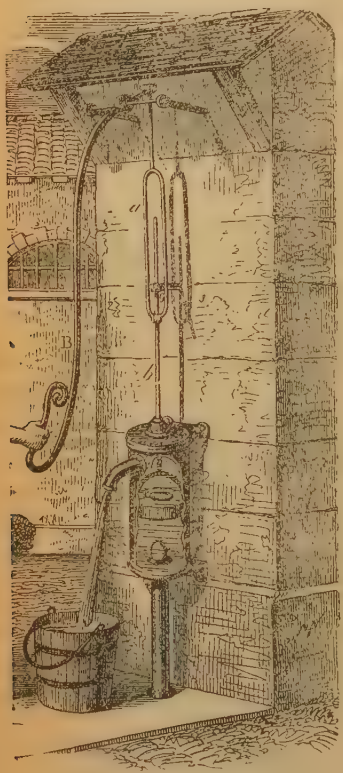
Pompa — jak to widać na rysunku 17-ym — jest taką rurą z tłokiem ruchomym. Posiada ona jednak dwie klapy, otwierające się do góry: jedną na dnie, a drugą w tłoku. Gdy tłok przy pompowaniu idzie do góry, powietrze pod tłokiem rozrze-



Rys. 15.

Rys. 16.

lza się, przez co gorna klapa (w tłoku) zamyka się, a jednocześnie powietrze zewnętrzne podnosi do góry wodę, która otwiera sobie klapę dolną i wlewa się pod tłok.



Rys. 17.

Potem zaś, gdy tłok opuszcza się na dół, nacisk wody podnosi klapę w tłoku, a zamyka klapę dolną. Woda wydostaje się nad tłok, a później wypływa rurą boczną.

Przy pewnej zręczności można sobie zrobić model takiej pompy ssącej — z cylindra od lampy, paru korków i rurki szklanej. Klapy robi się z kawałków skórki, przymocowanych małemi gwoździkami.

O tem, co się dzieje przy ogrzewaniu powietrza. Każdą rzecz, każde ciało można ogrzewać i oziębiać. To samo jest z powietrzem.

Przy ogrzewaniu przedewszystkiem powietrze staje się cieplejsze, czyli podwyższa się jego temperatura (ciepłota).

To powiększanie się temperatury powietrza poznajemy zapomocą naszego czucia, ale dokładniej można rozpoznać zapomocą ciepłomierza, czyli termometru. Termometr robi się w sposób następujący. Do rurki zalutowanej z jednego końca nalewa się rtęci, poczem wstawia się do wrzącej destylowanej wody; pod wpływem ciepła rtęć rozszerza się; w miejscu, do którego sięga rtęć w rurce, robi się kreskę. Będzie to punkt wrzenia wody Nad tym punktem zalutowuje się rurkę jak najdokładniej. Tak zalutowaną rurkę wstawia się następnie do topniejącego czystego

lodu. Pod wpływem zimna rtęć skurczy się do pewnego miejsca. Miejsce to znaczymy. Będzie to punkt topniejącego lodu, który oznaczamy zerem. Odległość od punktu wrzenia wody do punktu topniejącego lodu dzielimy na 80 lub 100 równych części (podziałek), zwanych stopniami. Gdy odległość ta jest podzielona na 80 podziałek, to na termometrze umieszcza się zazwyczaj napis Reaumur (Reomiur) lub literę R.; gdy zaś podzielimy powyższą odległość na termometrze na 100 części, to umieszczamy napis Celsius lub literę C. Są to nazwiska wynalazców ciepłomierza. Bywają jeszcze i inaczej urządzone termometry, lecz o tem szczegółowo jest opisane w fizyce. Na termometrze robi się również podziałki takiej samej wielkości i poniżej zera. W praktyce przyjęto nazywać stopnie nad zerem stopniami ciepła i oznaczać je znakiem +, a stopnie poniżej zera stopniami zimna i oznaczać je znakiem —. Gdy np. w pokoju rtęć w termometrze R. znajduje się na 14-ej podziałce powyżej zera, mówimy, że w pokoju jest 14 stopni ciepła, i oznaczamy + 14° R. Gdy zaś rtęć w termometrze R. na dworze podczas zimy skurczy się do 8-ej podziałki poniżej zera, mówimy, że na dworze jest 8 stopni zimna, i oznaczamy: — 8° R.

Drugiem zjawiskiem zależnem od ogrzewania powietrza jest jego rozszerzanie się. Dla przekonania się o tem, zróbmy następujące doświadczenie.

Kolbę zatykamy korkiem z rurką szklaną, w którą nabieramy kroplę wody. Przy zatykaniu kropla wody podniesie się nieco do góry i zatrzyma się w pewnem miejscu. Oznaczmy to miejsce papierkiem przylepionym i dotknijmy kolby rękami. W tej chwili kropla wody wznosić się zacznie do góry. Dlaczego? Bo przez dotknięcie ciepłych rąk powietrze w kolbie ogrzało się i rozszerzyło, a więc musiało wypchnąć krople wody do góry. (Rys. 18).

Rys. 18.

Gdy odejmiemy ręce — kropla wody zacznie opadać, gdyż powietrze znowu się ochładza i kurczy do pewnej miary.

Inne doświadczenie.

Kolbę zatykamy korkiem z długą rurką szklaną lub gumową, zanurzamy koniec tej rurki do szklanki z wodą, a samą kolbkę ostrożnie ogrzewamy nad lampką.

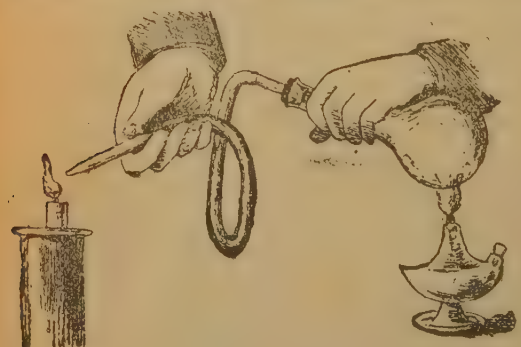
Natychmiast zaczną z rurki wydostawać się przez wodę w szklance bańki powietrza, które rozszerzyło się znacznie w kolbie i, nie mogąc się tam pomieścić, wydostaje się przez rurkę. Ogrzewając kolbę przez parę minut, można znaczną ilość powietrza stamtąd wypędzić.

Potem odsuwamy lampkę, żeby powietrze zaczęło stygnąć, i patrzymy, co z tego wyniknie. Widzimy, jak woda w rurce zaczyna się wznosić coraz wyżej, wypełniając powoli znaczną część kolby. Dlaczego woda teraz się podnosi? Powietrze w kolbie przy oziębianiu kurczy się; że zaś, póki zupełnie nie ostygnie, jest rzadsze od powietrza w izbie, przeto powietrze izby, jako silniejsze, wtłacza wodę do góry.

Doświadczeń podobnych można obmyślać mnóstwo. Np. powietrze wychodzące przy ogrzewaniu skierować na płomień świecy, jak na rys. 19.

Zróbmy jeszcze jedno doświadczenie.

Bierzemy 2 kolby (albo słoik i kolbę); w jednej do połowy jest woda, druga kolba jest pusta — a właściwie napełniona powietrzem. Kolbę z wodą zatykamy korkiem z 2 kanałami. Przez jeden przechodzi rurka zwężona na górnym końcu, a dolnym dochodząca prawie do dna wody; przez drugi kanał przeprowadzamy rurkę, łączącą tę kolbę z pustą kolbą. Zestawienie przyrządu widzimy na rysunku 20-ym.



Rys. 19.

Teraz ogrzewamy powietrze w pustej kolbie. Natychmiast woda w drugiej kolbie zaczyna wznosić się rurką do góry i wychodzi w posta-

ci pięknego wytrysku. Dlaczego tak jest — wytłumaczcie sobie sami.

Łatwo się domyślić, że skoro powietrze rozszerza się od ciepła, musi się stawać rzadszem, a jako rzadsze, musi też być lżejszem od powietrza zwyczajnego, nieogrzanego.

To też, gdy się powietrze ogrzane z zimnem styka, cieplejsze unosi się do góry.

I prawda.

Ustawmy na stole krótką świecę zapaloną i nakryjmy ją cylindrem szklanym od lampy, ale pod cylinder podłóżmy 3 zapałki albo drewienka, żeby między stołem a cylindrem była szpara. Inaczej świeca mogłaby nam prędko zgasnąć.

Rys. 20.

Świeca będzie się paliła doskonale, płomień będzie wysoki — a od tego płomienia ogrzeje się powietrze w cylindrze. Czuć to nawet, trzymając rękę nad szkłem. Jeśli do cylindra wrzucimy zgrabnie bardzo lekkie ciało, naprzykład kawałeczek bardzo puszystej waty, to wata będzie porwana do góry. Co ją porwało? Powietrze ogrzane, które, jako lżejsze, unosi się z nad cylindra do góry. (Rys. 21).

Zapamiętajmy to proste doświadczenie, bo ono posłuży nam kiedyś do wytłumaczenia sobie, skąd się biorą wiatry na ziemi.

Rys. 21.

Na tej zasadzie, że powietrze ogrzane staje się lżejszem i unosi się w górę, przed 130 laty bracia Montgolfierowie we Francji obmyślili pierwsze balony. Były to wielkie banie, napełnione powietrzem ogrzanem. I dziś niekiedy podobne balony puszczają w powietrze dla zabawy. Jeden z takich właśnie

Rys. 22.

balonów, napełnionych powietrzem, które rozgrzewa się zapomocą słabego ognia, umieszczonego w koszyku drucianym pod banią, przedstawia rysunek 22.

Zbierając razem to, cośmy mówili o ogrzewaniu powietrza, przekonaliśmy się:

1) że powietrze ogrzane staje się cieplejszem;

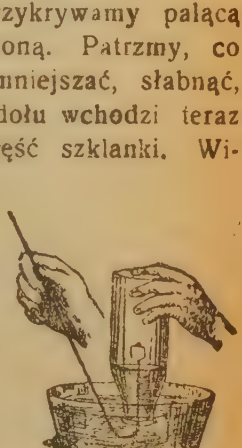
2) że rozszerza się przez ogrzewanie, a kurczy przez oziębianie;

3) że powietrze ogrzane jest rzadsze, a więc lżejsze od powietrza zimnego.

Z czego składa się powietrze? — Z czegóż może się składać powietrze? Zdawałoby się, że powietrze składa się z powietrza — i koniec. Tak jednak nie jest. Powietrze jest mieszaniną dwóch gazów, jak o tem przekonywa następujące doświadczenie.

Na środku głębokiego talerza przylepiamy krótką świeczkę, zapalamy ją, a potem nalewamy na talerz wody. Swieczka będzie się oczywiście paliła, gdyż otoczona jest zewsząd powietrzem, które jej płomień zasila. Ale oto przykrywamy palącą się świecę szklanką dnem do góry odwróconą. Patrzmy, co się dzieje. Płomień świecy zaczyna się zmniejszać, słabnąć, wreszcie zupełnie gaśnie, — a natomiast od dołu wchodzi teraz do szklanki woda i napełnia prawie piątą część szklanki. Widocznie czegoś ubyło pod szklanką.

Otóż ubył jeden z tych gazów, z których składa się powietrze, i właśnie ten gaz, który zasilał płomień. Dlatego świeca zgasła, że gazu tego zabrakło. Dlatego też nieco wody weszło do szklanki. (Rys. 23).



Rys. 23.

Gazem tym jest tlen. Tak się zowie, bo w nim tli się, czyli pali się drzewo, świeca, węgiel i tym podobne rzeczy.

A cóż zostało w szklance?

Został drugi gaz, który płomienia nie zasila, a więc świeca w nim gaśnie. Gaz ten nazywa się azotem. Jest w powietrzu cztery razy więcej azotu, niż tlenu. Do palenia azot nie jest przydatny. Tak samo nieprzydatny jest do oddychania żywym stworzeniom: w samym azocie rośliny i zwierzęta duszą się na śmierć. Swoją drogą azot niezbędny jest w powietrzu do rozrzedzenia tlenu, który sam zbyt mocno podtrzymuje palenie i oddychanie. W czystym tlenie węgiel czy świeca spalają się nadzwyczaj szybko, a zwierzęta tak mocno oddychają, że od tego giną. Trzeba tedy tlen czemś rozrzedzić: rozrzedza go właśnie azot.

To tak, jak z barszczem i solą. Smaczna i zdrowa jest sól, gdy wrzucimy jej łyżkę do barszczu; ale gdybyśmy wsypali

do tego barszczu dziesięć łyżek soli, toby nam ta sól usta powykrzywiała.

A zatem: z czego się składa powietrze?

Powietrze jest mieszaniną dwu gazów: jednej części na miarę tlenu i czterech części azotu. Z nich tlen jest niezbędny do palenia i oddychania, azot zaś w powietrzu tylko rozrzedza tlen.

Porównajmy tlen do owsa, a azot do sieczki ze słomy. Niech gospodarz weźmie 1 garniec pożywnego owsa na 4 garnce sieczki i zmiesza wszystko razem, to będzie miał 5 garncy mieszaniny owsa z sieczką. Tak samo w każdych 5 garncach powietrza zmieszany jest garniec tlenu z czterema garncami azotu.

Tak jest mniej więcej. W rzeczywistości jednak w powietrzu oprócz tlenu i azotu znajdują się jeszcze inne gazy, z których najważniejsze są: para wodna i dwutlenek węgla. Wreszcie w powietrzu unoszą się drobne, często niedojrzane okiem cząsteczki, oderwane od różnych ciał, składające kurz i pył, oraz niezliczone nasionka drobniutkich żyjątek, zwanych bakterjami. Pyłki te widzimy, gdy stajemy z boku smugi światła, wchodzącej przez szparę do ciemnej izby.

II. Tlen, jego znaczenie i własności.

Pomówimy teraz o tlenie.

Żeby go poznać, trzeba go przedewszystkiem mieć, trzeba go widzieć, wypróbować.

Skąd jednak wziąć czystego tlenu?

Najprościej byłoby otrzymać go z powietrza. Ponieważ powietrze jest mieszaniną tlenu z azotem, więc, oddzieliwszy azot, możnaby czysty tlen otrzymać.

Prawda. Ale to praca bardzo trudna, głównie z tego powodu, że azot mało z którem ciałem się łączy, a więc nie daje się oddzielić od tlenu.

Na nasze szczęście tlen jest nietylko w powietrzu, ale

i w bardzo wielu innych ciałach przyrody, — a między niemi są takie, z których gaz ten z łatwością się wydziela.

Naprzykład, sprzedają w aptekach pewien biały, do cukru miałkiego podobny proszek, który zowie się: sól Bertholleta. Znamy go również pod nazwą „kali chloricum".

To bardzo ciekawy proszek.

Rzucam szczypię jego na ogień: zapala się z sykiem, wydając jaskrawe światło jasnofiołkowe.

Dotykam tej soli Bertholleta ostrożnie płomieniem drewienka — nie chce się palić. Dotykam rozżarzonym węglem — zapala się z wybuchem.

Sypię tę sól do dołka, wyżłobionego w kawałku węgla drzewnego, mieszam z miałem węglowym i dotykam rozżarzonem drewienkiem. Następuje silny wybuch, sól pali się, smaży, gotuje, jak w kotle, wydając mnóstwo białawego dymu. (Rys. 24).

Rys. 24.

Z powodu takiego zachowania się, soli Bertholleta używają do ogni sztucznych. Trzeba jednak wiedzieć, że jest to materjał niebezpieczny, który wybucha przy zapalaniu się. Wybucha nawet przy tarciu. Jeśli rozcieramy proszek tej soli na talerzu, słyszymy trzask od drobnych wybuchów. Przy nieostrożności bywają z tego smutne wypadki. Pewien uczeń aptekarski, przygotowując ogień sztuczny, nasypał soli Bertholleta do moździerza i rozbijał ją tłuczkiem. Sól zaczęła trzaskać, aż nagle wybuchła gwałtownie, rozerwała moździerz i nieostrożny chłopiec został zabity

Wszystkie powyższe dziwy, jakie wyprawia sól Bertholleta: i jej trzask, i smażenie się z węglem, wybuchanie — zawdzięcza ona łatwości, z jaką wydziela się z niej tlen. Jest w niej tlen ściśle spojony, związany z dwoma innemi ciałami (gazem chlorem i metalem potasem), ale przy lada ogrzaniu od nich się odłącza.

Skorzystamy z tego dla otrzymania czystego tlenu z soli Bertholleta.

W tym celu weźmy próbówkę *) z korkiem, przez który przechodzi rurka szklana. W tej próbówce będziemy nad lampką spirytusową **) ogrzewali sól Bertholleta. Że jednak mogłaby ona żywo się rozkładać, a przez to mogłaby wybuchnąć, więc zmieszamy ją z piaskiem.

Wymieszajmy tedy dobrze pół na pół sól Bertholleta z czystym i suchym piaskiem, nasypmy trzecią część próbówki i zacznijmy ogrzewać.

Początkowo zmiany żadnej nie widać. Ale już po paru minutach w szarej mieszaninie wewnątrz próbówki zaczynają się ukazywać maleńkie iskierki. Zbliżamy teraz do końca rurki rozżarzone drewienko — i cóż? Drewienko natychmiast się zapala. Próbujemy drugi i trzeci raz — zawsze to samo.

Widocznie z rurki wychodzi taki gaz, w którym drewienko może się palić, czy tlić — wychodzi tlen.

Ale dla nas niewielka z tego tlenu pociecha, bo ucieka on zaraz w powietrze i ani go nawet widać.

Prawda! Szkoda tego uciekającego tlenu.

Możemy go jednak łatwo zebrać do butelki, słoika lub do małej bańki szklanej, czyli kolbki ***).

Zrobimy to tak

---

*) Próbówką zowie się rodzaj szerokiej a krótkiej rurki szklanej z denkiem zakrąglonem u spodu; próbówka taka służy do ogrzewania różnych płynów i proszków przy próbach i doświadczeniach naukowych. Próbówek trzeba mieć kilka na zapas. Do ustawienia próbówek należy zrobić lub kupić drewnianą podstawkę.

**) Lampka spirytusowa jest przyrządem niezbędnym do doświadczeń. Kupuje się w sklepach ze szkłem i składach aptecznych. Pali się w niej spirytus drzewny, jako najtańszy. Dobra lampka powinna mieć kołpaczek szklany do gaszenia płomienia i szczelnego pokrywania knota, żeby się spirytus nie ulatniał napróżno. Prócz tego powinna lampka mieć z boku kanalik z korkiem szklanym, żeby tędy łatwiej było nalewać spirytus. (Rys. 25).

***) Kolbą nazywamy bańkę z płaskiem dnem i szyjką, podobną do małej karafki. Kolby wyrabiają z dobrego szkła, niełatwo pękającego na ogniu. Sprzedają kolby tam, gdzie i próbówki. Kto robi doświadczenia, musi koniecznie posiadać kilka próbówek i ze dwie kolby.

Na talerz głęboki nalewam wody. Napełniam wodą słoik do samego wierzchu, nakrywam papierkiem, odwracam do góry dnem i wstawiam szyjką do wody na talerzu. Odejmuję ostrożnie papierek pod wodą. Woda ze słoika jednak nie wyleje się, gdyż, jak wiemy, podtrzymuje ją ciśnienie powietrza z góry na wodę w talerzu.

Mamy więc słoik napełniony wodą. A chodzi nam o to, żeby zamiast wody znalazł się w nim tlen, który teraz marnuje się nam, wychodząc z rurki na izbę.

Jak to zrobić?

Bardzo łatwo.

Uniósłszy ostrożnie — pod wodą — brzeg szyjki słoika, podsuniemy w szyjkę koniec rurki, którą tlen wychodzi. Natychmiast zobaczymy, jak z rurki wymykać się będą w górę srebrzyste bańki przejrzystego, bezbarwnego gazu, a wypychając wodę, zbierać się będą ponad nią w słoiku.

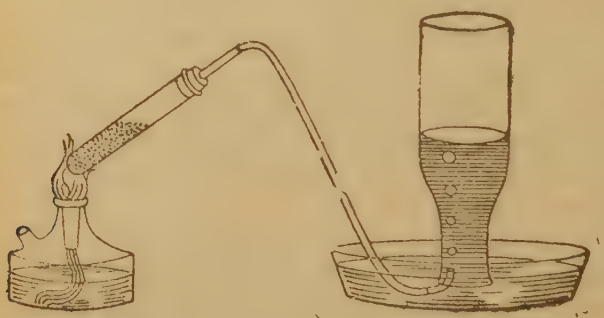
Ogrzewając wciąż próbówkę z solą Bertholleta, poczekajmy parę minut, a wszystka woda ze słoika wypłynie na talerz, miejsce zaś jej zajmie przezroczysty, bezbarwny, do powietrza podobny gaz — tlen. (Rys. 25).

Chcąc poznać własności tlenu, dobrze jest naprzód ze trzy kolbki tego gazu przygotować sobie w sposób powyższy i, zakorkowawszy, przechować do prób następujących. Odetkajmy jedną bańkę z tlenem i włóżmy tam na druciku kawałek rozżarzonego węgla. Węgiel rozpali się mocno, rozsypując obficie iskry i wydając mocne, oślepiające światło. Jeśli węgiel był nieduży, a zapas tlenu znaczny, to węgiel spali się całkowicie, pozostawiając zaledwie szczyptę popiołu. Tak samo spaliłoby się drewienko.

Do drugiej kolbki wsuniemy ostrożnie świeczkę woskową świeżo zadmuchniętą, z lekko żarzącym się knotem. Świeczka zapali się natychmiast sama w tlenie i palić się będzie płomieniem bardzo mocnym, znacznie lepiej, niż w powietrzu. Musi tak być, bo w powietrzu jest pięć razy mniej tlenu, niż w naszej kolbce, a przecież tylko tlen podtrzymuje palenie.

Do trzeciej kolbki włożymy cieniutki drucik żelazny, skręcony w sprężynkę i rozżarzony na końcu zapomocą zatkniętego

węgielka. Żelazo zacznie się palić w tlenie, rozsypując prześliczne, do gwiazdek podobne iskierki. Jeszcze piękniej paliłby się kawałek siarki.



Rys. 25.

Tak więc węgiel, świeca, drzewo, siarka, nawet żelazo pali się w tlenie. To stanowi główną i najważniejszą własność tego gazu.

Jak rozumieć palenie się naprzykład węgla w tlenie?

Jest to bardzo żywe łączenie się węgla z tlenem w nowe ciało, niepodobne ani do węgla, ani do tlenu. Ciałem tem. złożonem z węgla i tlenu, związanych ze sobą zupełnie, jest gaz, zwany dwutlenkiem węgla. A zatem dwutlenek węgla jest związkiem węgla z tlenem; związek ten powstaje przy paleniu się węgla.

Tak samo przy paleniu się świecy lub drewna, czy to w tlenie czystym, czy w powietrzu, węgiel ich łączy się z tlenem, dając ten sam związek — dwutlenek węgla.

Przy paleniu się siarki w tlenie tworzy się związek siarki z tlenem (dwutlenek siarki); przy paleniu żelaza — związek żelaza z tlenem.

Przy takiem paleniu się powstaje zarazem mocne ciepło i światło. A że palenie niemożliwe jest bez tlenu, więc bez tlenu nie mielibyśmy ognia ani ciepła, nie mielibyśmy tej potężnej, a tak dostępnej dla nas siły, która gotuje nam potrawy, ogrzewa mieszkania, topi szkło, żelazo i inne metale, wypala

glinę, wytwarza parę, poruszającą maszyny naszych fabryk, parowozów, parostatków.

Bez tlenu nie mielibyśmy światła naszych kominków, świec, lamp naftowych czy gazowych; boć we wszystkich tych przyrządach światło powstaje przez łączenie się węgla z tlenem.

Bez tlenu, co najważniejsza, nie mogłyby oddychać, a więc żyć, rośliny, zwierzęta i ludzie. Gdyby zginął tlen z powietrza, na ziemi zapanowałaby natychmiast śmierć wszystkich istot żyjących.

Tlen jest siłodajnem i życiodajnem ciałem. A ta wielka potęga jego jest wynikiem tej jego własności, że łatwo i żywo łączy się on w związki chemiczne z węglem i z wielu innemi ciałami.

To też tlen jest nietylko najważniejszą składową częścią powietrza, ale jednem z najważniejszych ciał przyrody. Widzieliśmy go w powietrzu, wydobyliśmy z soli Bertholleta. Ale ten sam gaz wchodzi także w skład wody, spirytusu, piasku, gliny, wapna, kredy, rud żelaza; jest on w najmniejszym kawałku każdej rośliny, w ciele zwierząt i ludzi, oraz w wielu z tych ciał, które pochodzą z roślin, zwierząt lub ludzi.

To też nieraz jeszcze będziemy o tlenie mówili.

III. Azot.

Z kolei poznamy się z azotem, drugim gazem, który znajduje się w powietrzu. Wiemy już, że tlenu jest w powietrzu jedna piąta część na miarę, czyli około 20 części na sto, azotu zaś cztery piąte części, czyli 80 na sto. Mówiliśmy też, że azot w powietrzu jedynie rozrzedza tlen, który jest tak mocny, że czystym tlenem oddychać nie można: w czystym tlenie rośliny i zwierzęta giną wskutek zbyt szybkiego oddychania.

Posiada jednak azot ogromne na świecie znaczenie, jak się zaraz przekonamy.

Azot, choć z pozoru podobny jest do tlenu, bo też jest bezbarwny, przezroczysty, nie ma smaku ani zapachu, ale zachowuje się zupełnie inaczej, niż tlen. Tlen łatwo łączy się z różnemi ciałami, azot łączy się bardzo trudno. Jednak jest wiele ciał zawierających w sobie azot. Ciała takie nazywać będziemy związkami azotowemi. Otóż nie tyle sam azot, co różne jego związki są niezmiernie ważne w przyrodzie.

Najważniejszym ze związków azotowych jest białko. Jest to ten materjał, z którego składa się zawartość jaj ptasich, np. jaja kurzego. Białko jest związkiem azotu z tlenem, węglem, wodą, oraz jeszcze kilku innemi ciałami. Że zaś z jajka rozwija się kurczę, przeto wszystkie części ciała kurczęcia również zbudowane są z białka, a więc zawierają azot. Nawet w kościach kurczęcia jest białko; gdy kości długo gotujemy, otrzymujemy klej, a w tym kleju znajduje się białko.

To samo, co mówimy o kurczęciu, stosuje się do wszystkich ptaków i innych zwierząt, a także do ludzi. Mięso zwierząt, ich mózg, skóra, mleko, jaja, nawet rogi i włosy, zawierają azot.

Wszystkie te ciała nazywamy z tego powodu związkami białkowemi albo azotowemi. Wszelkie pokarmy pochodzące ze zwierząt są białkowe.

Gdy człowiek je mięso, mózg, flaki, wątrobę, krew zwierząt, jaja ptasie, gdy pije mleko, albo je ser, we wszystkich tych pokarmach dostarcza swemu ciału pożywienia azotowego, czyli białka.

Białko jest więc nietylko w zwierzętach, ale i w ludziach. I ciało roślin w znacznym stopniu składa się z białka. Jedne rośliny lub ich części zawierają więcej białka, inne mniej, ale białko w nich jest. Dla odróżnienia mówimy: białko roślinne i białko zwierzęce; lecz w gruncie rzeczy jest to jedno. Wszelkie grochy, kapusta, ziarna zbóż, łubin, koniczyna, seradela, wyka zawierają dużo pożywnego białka.

Oto dlaczego tak pożywny jest groch, fasola, bób; dlaczego pożywny jest chleb, kasza, kapusta. Tymczasem ziemniaki mają białka bardzo mało i dlatego są znacznie mniej pożywne.

Powtórzmy sobie jeszcze raz nasze rozumowanie:

Ciało ludzkie składa się przeważnie z białka, a zatem po trzebuje dużo białka do swego pożywienia. Białka dostarczaj ciału ludzkiemu pokarmy zwierzęce i roślinne. Do zwierząt mię sożernych białko dostaje się z innych zwierząt, zwykle roślino żernych, np. do kota z myszy. Ale do zwierząt roślinożernyc białko dostaje się z roślin. Ostatecznie więc rośliny dostarczaj białka zwierzętom i ludziom. Że zaś w białku jest azot, przet rośliny do wyrobienia w sobie białka potrzebują azotu.

Pytanie: skąd rośliny czerpią azot?

Doświadczenia pokazały, że rośliny czerpią azot główn z ziemi, pochłaniając korzeniami różne związki azotowe, jak znajdują się w wilgoci ziemnej.

Jakież to są te związki azotowe?

Dwa są główne rodzaje związków azotowych w ziem amonjak i kwas azotowy.

Poznajmy się najpierw z amonjakiem.

Jest to gaz z zapachem mocnym, mocno bijącym w no rozpuszcza się bardzo łatwo w wodzie i dlatego sprzedają g w aptekach zawsze rozpuszczony w wodzie. Sam amonjak skła się z azotu i wodoru, gazu, który niezadługo poznamy.

Amonjak znajduje się wszędzie prawie w powietrzu, a w małej ilości; tam tylko, gdzie gniją jakiekolwiek części roślin lub zwierzęce, wydziela się dużo amonjaku. W ogromnej ilos wydziela się amonjak z moczu i kału ludzi i zwierząt; dlate czuć go tak mocno w stajniach, oborach, miejscach ustępowy z naczyń nocnych źle wyparzonych, w miejscach, gdzie koń lub bydło mocz oddawały. Z tych wszystkich miejsc ulati się amonjak w powietrze.

Otóż trzeba wiedzieć, że amonjak posiada w wysokim sto niu zdolność łączenia się z wieloma innemi ciałami, da związki, zwane solami amonowemi. Taką solą amonową j np. salmjak, który w postaci białego proszku można ku w aptece. W stajniach, oborach i t. p. salmjak często osia na murach w kształcie drobnych, błyszczących ziarneczek.

I czysty amonjak, i sole amonowe bardzo łatwo rozpu czają się w wodzie; więc deszcz spłókuje amonjak z powietr woda rozpuszcza go na powierzchni ziemi, i w ten sposób z

ą amonjak dostaje się do gruntu. Tam łączy się on z rozmaemi ciałami, dając sole amonowe, które rośliny wraz z wodą zerpią korzeniami.

Im więcej amonjaku, a więc i azotu, jest w gruncie, tem ujniej rozwijają się rośliny. Na polu czy łące najbujniej ronie kępa zboża lub trawy tam, gdzie koń mocz pozostawił.

Roślinom dzikim wystarcza ten azot, który wody spłókują powietrza z amonjakiem.

Roślinom uprawnym dostarczamy azotu sztucznie w postaci nojówki i nawozów bydlęcych, końskich i t. p., które zawiejają wielką ilość amonjaku, a więc i azotu.

Dobry gospodarz dba o nawóz, zbiera go, przerabia, uważa o za skarb prawdziwy. I to jest skarb, a właściwie skarbiec, awierający wielkie bogactwo azotu. Tym azotem żywią się asze zboża, kartofle, warzywa, owoce; łączą go w sobie z tlem, węglem i innemi ciałami i wyrabiają z niego własne ciało, yrabiają białko, które później nam służy za pożywienie

Amonjak używa się do wywabiania plam tłustych, w farbiarstwie, lecznictwie i t. d.

Dla ciekawości zróbmy następującą próbę z amonjakiem. upmy w składzie aptecznym papieru, zwanego lakmusowym, śli będzie niebieskawy, to umoczymy go w occie lub innym wasie — a zaraz sczerwienieje. Potrzymajmy czerwony paerek lakmusowy nad amonjakiem: natychmiast stanie się nieeskim. Przyczyną tego jest, że amonjak niszczy kwasy Dlago, gdy kogo ukąsi pszczoła, niech posmaruje rękę amonjaem, to on zniszczy piekący kwas, którego pszczoła napuściła ranki.

Drugim związkiem azotowym niezbędnym dla roślin jest was azotowy. Składa się on z azotu, tlenu i wodoru. Jest płyn bezbarwny, z nadzwyczaj kwaśnym, gryzącym smakiem słabym zapachem. Stojąc na świetle, żółknie. Bardzo wiele ił rozpuszcza się w kwasie azotowym, dając z nim różne iązki.

Związek metalu potasu z kwasem azotowym jest to sale-

tra potasowa, sól o słonawo-kwaskowym smaku, rozpuszczalna w wodzie i rozkładająca się w ogniu.

Inny gatunek saletry, zawierający metal sód, zowie się saletrą sodową, czyli chilijską, od kraju amerykańskiego Chili, skąd ją w znacznej ilości przywożą.

Proch bezdymny i dynamit są również związkami kwasu azotowego, silnie wybuchającemi.

Niezmiernie łatwo kwas azotowy łączy się z amonjakiem, dając ciało, mające w sobie dużo azotu.

Z tych różnorodnych związków kwasu azotowego na największą uwagę zasługuje saletra i związek z amonjakiem; są to bowiem ciała, które najwięcej dostarczają azotu roślinom. Bardzo często używamy saletry jako nawozu azotowego. Saletra działa doskonale na rozwój drzew owocowych, dokoła których na wiosnę ją rozsypujemy.

W przyrodzie kwas azotowy tworzy się sam w sposób następujący. Pewna część azotu powietrznego podczas burz piorunowych, pod wpływem elektryczności, łączy się z tlenem i wodą, dając kwas azotowy, który z deszczem dostaje się do ziemi. Każda burza połączona z błyskawicami i piorunami dostarcza ziemi kwasu azotowego.

Ale znacznie większa ilość tego ważnego kwasu powstaje inaczej, mianowicie z amonjaku, wszędzie tam, gdzie giną martwe części czy odpadki z roślin i zwierząt. Szczególniej nad polami, gdzie giną pozostałe w ziemi korzonki roślin lub dodany nawóz, unosi się dużo amonjaku. Otóż amonjak ten z deszczem zostaje spłókany do ziemi i przez ziemię i wodę gruntownie pochłonięty. Obliczono, że mórg ziemi pochłania rocznie z powietrza do 50 kilogramów amonjaku.

Tutaj zaczyna się dziwna dola tego pochłoniętego amonjaku. Oto okazuje się, że w każdym gruncie, szczególniej dobrze uprawionym i znawożonym, żyje mnóstwo drobniutkich żyjątek, zwanych bakterjami. One to sprawiają, że do amonjaku przyłącza się z powietrza tlen, przez co powstaje kwas azotowy.

W ziemi kwas azotowy napotyka rozmaite ciała, z któremi się łączy, a więc potas, sód, wapno, amonjak. Z połączenia tego powstają sole azotowe, jak saletra i inne. Wszystkie te

sole rozpuszczają się w wodzie i z nią razem przez korzenie dostają się do roślin, gdzie azot ich idzie na wytworzenie białka roślinnego.

Na tem nie kończy się wędrówka azotu.

Gdy roślina gnije, ulatnia się z niej amonjak, który znów unosi się w powietrzu, póki się nie dostanie do ziemi.

Gdy roślinę zje zwierzę, np. krowa, cały azot tej rośliny przejdzie w ciało zwierzęcia. Ale wraz z moczem i odchodami zwierzęcia część tego azotu potem dostaje się do ziemi, gdzie przy gniciu tych odchodów znów wydaje amonjak. To samo dzieje się po śmierci zwierzęcia, przy rozkładzie jego ciała. W ten sposób azot znów powraca do powietrza.

Są jednak rośliny, które czerpią dla siebie azot nietylko z gruntu, z nawozów, lecz otrzymują go inną jeszcze drogą, wprost z powietrza. Takiemi są: łubin, koniczyna, seradela i wogóle rośliny strączkowe.

Wiadomo, że rozwijają się one dobrze nawet w ziemi słabo znawożonej: one same wzbogacają rolę w azot, same służą za nawóz, na którym następnie zboża i inne rośliny doskonale się rozwijają.

Okazało się z badań, że azotu tego dostarczają roślinom strączkowym, a przez nie gruntowi, inne znów bakterje, które żyją na korzeniach tych roślin. Każdy wie, że na korzeniach łubinu, koniczyny, seradeli są brodawki różnej wielkości. Rozpatrując te brodawki przez szkła bardzo mocno powiększające, uczeni badacze spostrzegli, że w tych brodawkach, w tych narośłach, żyją i rozwijają się bakterje, które nazwano korzeniowemi. One to czerpią dla siebie azot z powietrza, które przenika do gruntu: kosztem tego azotu rosną one, rozwijają się, rozmnażają, a wkońcu zamierają, pozostawiając w gruncie nieskończone mnóstwo swoich ciał, stanowiących prawdziwy zapas pożywienia azotowego dla roślin.

Widzieliśmy powyżej, jak kwas azotowy powstaje w gruncie, jak tworzą się z niego sole azotowe, któremi karmią się rośliny.

Sztucznie otrzymujemy kwas azotowy w fabrykach, ogrzewając saletrę z kwasem siarkowym, czyli siarczanym. Wtedy

powstaje kwas azotowy i ulatnia się w postaci pary, którą skraplamy w chłodnem naczyniu.

Obecnie w odpowiednio urządzonych piecach elektrycznych, obmyślonych przez rodaka naszego Mościckiego, otrzymujemy kwas azotowy wprost z powietrza przez łączenie azotu z tlenem i z wodą.

Kwas azotowy używa się do czyszczenia metali oraz do otrzymywania różnych ciał silnie wybuchających, jak dynamit, proch bezdymny, celuloid i inne.

Tak więc, bliższe rozpatrzenie się w azocie nauczyło nas, że gaz ten, tak pozornie nieczynny, jest jednak niezmiernie ważny, niezbędny do budowy ciała roślin, zwierząt i ludzi; związki zaś jego: białko, amonjak, sole amonowe, kwas azotowy, saletra i inne sole azotowe, należą do ciał pierwszorzędnego znaczenia na świecie.

IV. Dwutlenek węgla.

W poprzednich rozdziałach mówiliśmy o tem, że powietrze składa się z tlenu i azotu, i rozpatrzyliśmy własności oraz znaczenie tych dwóch ważnych ciał przyrody.

W powietrzu znajdują się, oprócz tlenu, azotu, jeszcze inne gazy, mianowicie: dwutlenek węgla i para wodna.

Zapoznamy się dziś z dwutlenkiem węgla.

Jest go w powietrzu niedużo: w każdych 10 tysiącach litrów powietrza mieszczą się zazwyczaj 4 litry rozpuszczonego w nim dwutlenku węgla. Ale może go być i więcej. Tak w izbie zamkniętej, gdzie jest kilka osób, w kościele podczas nabożeństwa, w oborze, stajni, w izbach fermentacyjnych w gorzelniach i browarach jest dwutlenku węgla znacznie więcej.

Są tu i ówdzie na ziemi miejsca, gdzie gaz ten wydobywa się z głębi ziemi, ze szczelin, z otworów gór wulkanicznych, zbiera się w jaskiniach, starych studniach, kopalniach i t. p.

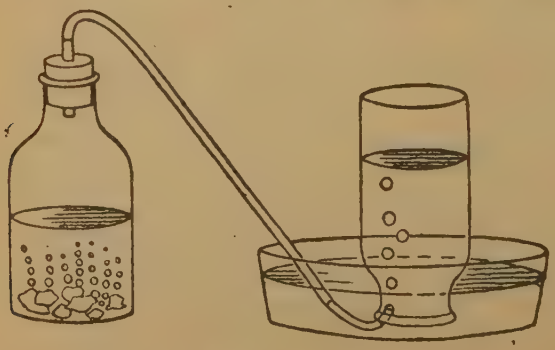
Żeby się poznać z dwutlenkiem węgla, postarajmy się przedewszystkiem go otrzymać.

Skąd? Z powietrza trudno, bo nie da się łatwo oddzielić od tlenu i azotu. Ale gaz ten zawiera się w wielu innych ciałach. Np. możemy go wydzielić z każdego kawałka kredy do pisania, z kamienia wapiennego, czyli wapienia, również z sody.

W kredzie dwutlenek węgla jest ściśle połączony z wapnem. Gdyby nam się udało oddzielić wapno, otrzymalibyśmy dwutlenek węgla. Otóż wapno łatwo oddzielić zapomocą jakiegokolwiek kwasu: octu, kwasu siarkowego lub solnego. Najłatwiej dostać w aptece lub składzie aptecznym kwasu solnego. Jest to płyn o mocnym zapachu i bardzo kwaśnym smaku. Gdy padnie na skorę, to ją przegryza; tak samo przegryza ubranie; trzeba więc z nim być ostrożnym.

Nalejmy trochę kwasu solnego na kawałek kredy, a natychmiast zaczyna się ona burzyć, pokrywa się jakąś pianą. Ta piana — to pęcherzyki dwutlenku węgla, który wydziela się z kredy. Cóż nam jednak z tych pęcherzyków, kiedy zaraz ulatują w powietrze? Trzeba nam ten gaz zebrać.

Do słoika szklanego kładziemy parę kawałków potłuczonej kredy, nalewamy na to wody i dodajemy kwasu solnego. Natychmiast z kredy zaczynają wychodzić banieczki dwutlenku węgla. Wtedy zatykamy słoik korkiem z rurką szklaną lub gumową, a koniec tej rurki podsuwamy pod drugi słoik albo buteleczkę, napełnioną wodą i ustawioną dnem do góry na talerzu z wodą.



Rys. 26.

Ledwieśmy to zrobili, a tu zaraz przez rurkę przeciskają się pęcherzyki gazu jeden za drugim, wypychają wodę z butelki do talerza, a same jej miejsce zajmują... Oto już butelka pełna gazu, który można wypróbować. (Rys. 26).

Z pozoru gaz otrzymany podobny jest do powietrza, nie ma bowiem barwy i jest przezroczysty; mogłoby się zdawać, że to jest poprostu powietrze.

Łatwo się przekonać, że gaz ten nie jest powietrzem.

Zapalam małą świeczkę, umieszczoną na drucie, i wsuwam ją ostrożnie do słoika z otrzymanym gazem. Świeczka natychmiast gaśnie. Powtarzam to drugi i trzeci raz — zawsze to samo. (Rys. 27).

Rys. 27.

Kładę taką samą świeczkę do słoika ze zwyczajnem powietrzem—świeczka się pali.

A więc w pierwszym słoiku zebraliśmy inny gaz, nie powietrze. Właśnie zebraliśmy dwutlenek węgla.

Okazało się, że w dwutlenku węgla świeca zapalona gaśnie. Tak samo gaśnie w nim drewienko i węgiel rozżarzony.

Do słoja napełnionego dwutlenkiem węgla kładziono mysz lub ptaka: zwierzęta te bardzo prędko zdychały. W dwutlenku węgla nie może żyć żadne zwierzę.

Mówiliśmy wyżej, że dwutlenek węgla zbiera się zwykle na dnie głębokich studzien. Przy oczyszczaniu takich studzien zdarzają się nieraz nieszczęśliwe wypadki. Spuszcza się człowiek do studni i pada martwy. Wchodzi drugi, żeby tamtego ratować — również ginie... To samo bywa w izbach fermentacyjnych, gdzie się zbiera dużo tego gazu. Ludzie pracujący w takich izbach cierpią na mocny ból głowy, odurzenie, a czasem duszą się, umierają. Raz dziewczyna nachyliła się nad kadzią, w której fermentowało wino, dostała zawrotu głowy i wpadła do kadzi. Chciała ratować ją siostra—weszła na drabinę, przechyliła się i również zginęła. Obydwie zginęły od dwutlenku węgla, który wydobywa się z wina przy fermentacji.

O tem szczególniej trzeba pamiętać przy wchodzeniu do

głębokich studzien, kopalni i t. p. Zanim zejdzie człowiek w takie miejsce podejrzane, powinien najpierw spuścić tam zapaloną latarkę. Jeśli latarka zgaśnie, to nie należy tam schodzić, bo gdzie zgaśnie ogień, tam brak świeżego powietrza, a więc tam i człowiek żyć nie będzie.

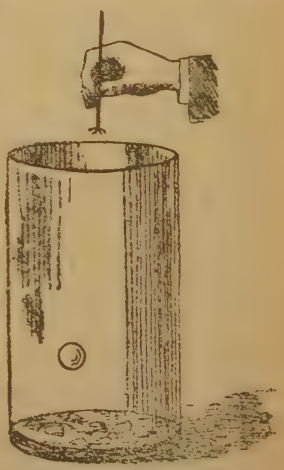
Rys. 28.

Dwutlenek węgla jest zabójczy dla ludzi: w gazie tym człowiek umiera z uduszenia.

Dwutlenek węgla różni się od powietrza jeszcze i tem, że jest od niego cięższy i gęstszy. Żeby się o tem przekonać, zróbmy następujące doświadczenie.

Na dnie szklanki przylepmy niską świecę i zapalmy ją. Świeca będzie się paliła.

Teraz nachylmy nad tą szklanką słoik, który napełniliśmy przedtem dwutlenkiem węgla, tak, jakbyśmy ten gaz chcieli przelać do szklanki. Świeca zgaśnie. Zgasi ją dwutlenek węgla, który, jako cięższy od powietrza, opadł przy nachylaniu słoika na dno szklanki.



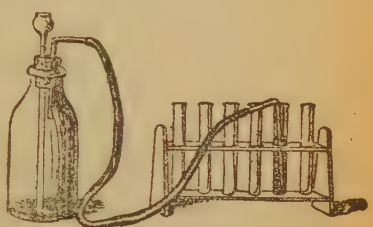
Rys. 29.

To samo doświadczenie można zrobić i tak, jak pokazuje rys. 28-my, oblewając wprost dwutlenkiem węgla płomień świecy.

Weźmy dwa słoiki: jeden z powietrzem, a drugi z dwutlenkiem węgla, który się na dnie jego wydobywa z kredy i kwasu solnego. Wpuśćmy bańkę mydlaną do pierwszego słoika — bańka w powietrzu opadnie na dno. Wpuśćmy bańkę do słoika z dwutlenkiem węgla: bańka nie opada na dno, lecz unosi się nad dwutlenkiem węgla; widocznie więc gaz ten jest gęstszy od powietrza. (Rys. 29).

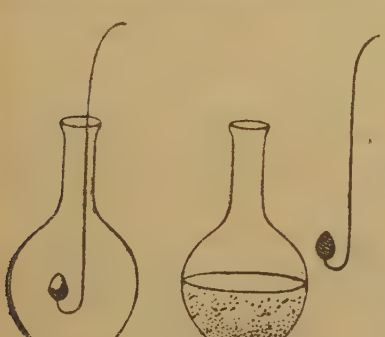
Skąd się bierze dwutlenek węgla w powietrzu? Zanim na to odpowiemy, musimy jeszcze poznać jeden bardzo łatwy sposób przekonania się o obecności dwutlenku węgla.

Sprzedają w aptekach wodę, zwaną wapienną. Jest to woda, w której rozpuszczono wapno. Jest ona czysta, klarowna, podobna z pozoru do wody zwyczajnej, tylko smak ma wyraźnie wapienny.



Rys. 30.

Nalejmy tej wody wapiennej do próbówki lub szklanki i przepuszczajmy przez nią dwutlenek węgla, wychodzący ze słoika. Skoro tylko woda wapienna zetknie się z pęcherzykami dwutlenku węgla, natychmiast zacznie się w niej tworzyć biały, do kredy podobny osad: woda zmętnieje, stanie się mleczno-biała. Ów biały osad jest związkiem wapna z dwutlenkiem węgla. I tak będzie zawsze: dwutlenek węgla, stykając się z klarowną wodą wapienną, wytworzy w niej biały osad. (Rys. 30).



Rys. 31.

Skorzystamy z tego sposobu dla poznania, skąd się bierze dwutlenek węgla w powietrzu.

Do pustej buteleczki szklanej (kolby) wpuszczam na drucie kawałek rozżarzonego węgla i trzymam, póki węgiel nie zgaśnie. A wiemy, że zgaśnie on wtedy, gdy w kolbie zabraknie tlenu.

Teraz wyjmuję węgiel, nalewam do tej buteleczki trochę wody wapiennej i, zatkawszy palcem, kłócę. Co widzę? Oto woda wapienna zmąciła się, zbielała. (Rys. 31).

Widocznie w tej butelce był dwutlenek węgla. Inaczej mówiąc: dwutlenek węgla powstaje przez palenie się węgla w powietrzu. Dzieje się to w ten sposób, że węgiel paląc się zabiera z powietrza tlen i łączy się z nim ściśle w nowe

ciało, zupełnie różne i od węgla i od tlenu, mianowicie w dwutlenek węgla.

Że zaś na świecie ciągle, nie w jednem miejscu, to w drugiem, pali się węgiel, drzewo, nafta, torf i inne materjały węglowe, przeto z palenia ich powstaje dużo dwutlenku węgla, który unosi się w powietrze.

Oto jest jedno źródło dwutlenku węgla.

Ale jest ich więcej.

Rys. 32.

Weźmy rurkę szklaną i wdmuchujmy przez nią do klarownej wody wapiennej powietrze, wychodzące z naszych ust przy wydychaniu. Bardzo prędko woda wapienna staje się białawą. A zatem powietrze, wychodzące z naszych płuc przy wydychaniu, zawierać musi w sobie dwutlenek węgla. (Rys. 32).

Tak jest rzeczywiście.

Nietylko ludzie, ale i wszystkie zwierzęta przy każdym wydechu wydzielają ze swego ciała dwutlenek węgla, który się tam zebrał.

Nawet rośliny wydzielają liśćmi dwutlenek węgla, ale dzieje się to głównie podczas nocy.

Mamy więc już dwa źródła dwutlenku węgla: palenie się węgla, oraz oddychanie ludzi, zwierząt i roślin.

Ale i to jeszcze nie wszystko.

Dwutlenek węgla powstaje także wszędzie tam, gdzie gnije ciało zwierzęce lub roślinne, gdzie butwieje drzewo, gdzie fermentuje nawóz, zacier kartoflany lub zbożowy, brzeczka piwna, sok winny i t. p. Przy każdem gniciu i fermentacji wydziela się z ciał gnijących i fermentujących dwutlenek węgla A przecież niema prawie miejsca na ziemi, gdzieby coś nie gniło i nie fermentowało, szczególnie w lasach, ogrodach, na gruntach nawożonych, w oborach; przeto z tych wszystkich miejsc wydziela się dwutlenek węgla. Że zaś ten gaz jest nieco cięższy od po-

wietrza, więc nie ulatuje wysoko w górę, lecz trzyma się bliżej powierzchni ziemi.

— Dobrze to — powiecie, — ale jeśli tego gazu wciąż tyle się zbiera w powietrzu, a jest on szkodliwy dla zwierząt i ludzi, to wkońcu wszystkie zwierzęta i ludzie poduszą się chyba od dwutlenku węgla?

Byłoby tak, gdyby nie jedno cudowne urządzenie świata, o którem zaraz opowiemy.

Gdzie podziewa się dwutlenek węgla z powietrza? Na czem tedy polega to cudowne urządzenie świata, że w powietrzu nie przybywa dwutlenku węgla, choć wydziela się on wciąż przy paleniu węgla, przy oddychaniu zwierząt i ludzi, a także przy gniciu ciał zwierzęcych i roślinnych?

Na tem polega, że dwutlenek węgla, wydzielany przez zwierzęta i ludzi, zabierają z powietrza rośliny.

Wiadomo, że w skład roślin wchodzi węgiel: wszak, spalając niezupełnie drzewo, otrzymujemy węgiel drzewny; z roślin również utworzyły się niegdyś pokłady węgla kamiennego. Połowę suchego materjału rośliny (nie licząc wody) stanowi węgiel; musi więc ten węgiel skądciś dostawać się do roślin przez korzenie z ziemi lub przez liście z powietrza. Otóż badania uczonych wykazały, że węgiel nie dostaje się do roślin przez korzenie. A więc dostawać się musi przez liście. Tak się też dzieje. Węgiel dostaje się do roślin przez liście w postaci właśnie dwutlenku węgla, który wydychają ze siebie zwierzęta.

Do wciągania dwutlenku węgla każdy liść rośliny posiada na swej dolnej powierzchni tysiące drobniutkich otworków, tak zwanych szparek oddechowych; na każdej roślinie na wszystkich jej liściach są miljony takich otworków, które chciwie wciągają dwutlenek węgla z powietrza.

Ale nie dość tego: liście nietylko pochłaniają dwutlenek węgla, lecz jeszcze rozbijają go na węgiel i tlen, z połączenia

których gaz ten powstał. Węgiel pozostaje w roślinie, łączy się z różnemi innemi ciałami i wchodzi w skład rośliny; a tlen przez te same otworki w liściach ulatuje napowrót w powietrze.

A więc rośliny nietylko zabierają z powietrza dwutlenek węgla, szkodliwy dla zwierząt i ludzi, ale zwracają powietrzu napowrót czysty tlen, bez którego zwierzęta i ludzie nie mogliby oddychać.

Inaczej mówiąc: zwierzęta i ludzie dostarczają roślinom dwutlenku węgla, potrzebnego im na pokarm, — rośliny zaś dostarczają zwierzętom i ludziom tlenu, niezbędnego do oddychania. Świat roślinny podtrzymuje życie świata zwierzęcego, i odwrotnie. Bez zwierząt rośliny musiałyby zginąć z głodu, bo nie miałyby skąd brać najważniejszego dla siebie pokarmu — węgla; bez roślin zwierzęta musiałyby się podusić, bo zabrakłoby im w powietrzu czystego tlenu.

A teraz przypomnijmy sobie, że ciało zwierząt i ludzi również zawiera w sobie węg el.

Skądże on się tam dostaje?

Dostaje się z pokarmami, zawierającemi węgiel, to jest z pokarmami roślinnemi i zwierzęcemi. Człowiek naprzykład otrzymuje swój węgiel w chlebie, kapuście, grochu, cukrze, mięsie, jajach, mleku i tym podobnych pokarmach.

Jedne z tych pokarmów są roślinne, inne zwierzęce. Do roślin węgiel ten dostał się niegdyś przez liście z dwutlenku węgla w powietrzu; do zwierząt przeszedł z trawą, koniczyną i innemi roślinami, któremi się te zwierzęta żywiły. A więc: do ciał zwierząt węgiel dostaje się za pośrednictwem roślin z dwutlenku węgla powietrza.

Można więc śmiało powiedzieć, że dwutlenek węgla powietrza jest źródłem węgla, niezbędnego do budowy ciała roślin, zwierząt i ludzi.

Dlatego to dwutlenek węgla co do ważności musimy postawić narówni z tlenem i azotem. Tak samo jak tamte ciała, dwutlenek węgla niezbędny jest do życia wszystkich istot żywych na ziemi.

V. Woda.

Własności wody i jej znaczenie. Niema ciała płynnego pospolitszego na ziemi od wody. Ona wypełnia olbrzymie oceany i morza, wielkie jeziora, stawy i błota; ona tworzy na powierzchni ziemi źródła i rzeki, a w postaci śniegu i lodu pokrywa wysokie góry, oraz niezmierne obszary lądów i mórz w okolicach podbiegunowych. Nad ziemią woda unosi się w postaci oparów, mgły i chmur, darzących nas potokami deszczu, puchem śnieżnym lub kulkami gradowemi. Nawet w głębi ziemi znajduje się wiele wody gruntowej, żył zaskórnych, podziemnych rzek i jezior. Wreszcie woda wchodzi w skład różnych minerałów, a także w skład roślin, zwierząt i ludzi.

Zależnie od ciepła, wodę mamy w trzech postaciach: jako wodę ciekłą, jako stały lód i jako lotną parę wodną. Gdy się ciepło zmniejsza tak, że ciepłomierz pokazuje niżej zera (0°), wtedy wody zaczynają u nas marznąć, to jest zamieniać się w lód. Gdy ciepło zwiększy się tak, że ciepłomierz wskazuje 100 stopni wyżej zera, wtedy cała woda gotuje się i zamienia w parę. Ale i przy zwykłem cieple, nawet podczas mrozu, woda ulatnia się, czyli zamienia w parę. Postaw wodę na talerzu, a w kilka dni zniknie; zważ kawałek lodu i zostaw go w spokoju na dworze, nawet na dużym mrozie, a po krótkim czasie waga lodu się zmniejszy. Dowodzi to, że woda przy każdej ciepłocie zmienia się w parę, ale najszybciej paruje przy cieple, które oznaczamy 100 stopniami ciepłomierza powyżej zera.

Woda zupełnie czysta jest cieczą bezbarwną, nie mającą ani smaku, ani zapachu. Jest ona dość ciężka. Litr wody waży jeden kilogram.

Rzadko jednak żeby woda nie miała żadnego smaku. Tylko świeża woda deszczowa, albo kupiona w aptece woda destylowana nie ma smaku. Smak wody pochodzi stąd, że rozpuszczają się w niej najrozmaitsze ciała.

Wiadomo, jak łatwo rozpuszcza się w wodzie sól, cukier, soda. Ale i inne ciała mogą się w niej rozpuszczać. Tak

więc woda studzienna zawiera rozpuszczony gips lub wapno; taka woda zowie się twardą, jest ona niemiła w smaku i nie rozpuszcza w sobie mydła. Woda nie mająca wapna ani gipsu zowie się miękką. Rozpuśćmy trochę mydła w wodzie miękkiej — otrzymamy płyn zupełnie przezroczysty. Dodajmy teraz do niego trochę wody twardej i zagotujmy — płyn wnet się zmąci. Dlaczego? Bo mydło w wodzie wapiennej twardnieje i staje się mniej rozpuszczalne. To jest dobra próba, czy woda ma w sobie wapno.

Nawet żelazo rozpuszcza się w wodzie. Nieraz woda źródlana ma smak żelazny; to znów na łąkach z wody osadza się żelazo jako rdzawy proszek — ruda żelaza.

Woda mająca w sobie dużo rozpuszczonych minerałów zowie się mineralną. Wody mineralne często służą ludziom za lekarstwo. Znane są z tego żelaziste wody w Krynicy, Żegiestowie, Nałęczowie i Sławinku; słone wody w Ciechocinku, Rabce; siarczane wody w Busku, Solcu, Iwoniczu.

Nietylko stałe minerały rozpuszczają się w wodzie: rozpuszczają się w niej także różne ciecze i gazy. Woda rozpuszcza w sobie ocet, spirytus. W wodzie znajduje się też zwykle rozpuszczone powietrze. Wnieś do ciepłej izby szklankę zimnej wody, to na wewnętrznej powierzchni i na dnie szklanki będą się osadzały pęcherzyki powietrza, które od ciepła zaczną wychodzić z wody. W wodzie sodowej jest rozpuszczony dwutlenek węgla; on właśnie wyskakuje z tej wody bąbelkami i nadaje jej miły smak szczypiący.

To, że woda rozpuszcza w sobie bardzo wiele ciał, stanowi najważniejszą jej własność. Dzięki temu woda gruntowa staje się pożywną dla roślin, staje się ich pożywieniem. Rośliny korzeniami wciągają wodę i z nią razem rozpuszczone w niej wszelkie ciała, a więc wapno, magnezję, potas, żelazo, słowem wszystko to, co jest potrzebne do budowy ciała rośliny. A z roślin te części ziemne przechodzą potem skutkiem żywienia się roślinami do ciała zwierząt i ludzi. Naprzykład wiadomo, że człowiek ma w kościach wapno i fosfór. Skąd się te ciała biorą w człowieku? Oczywiście dostają się do krwi z pokarmami; a te pokarmy — toć to chleb, groch i inne pożywienie roślinne.

Żyto czy groch za życia wciągały korzeniami wodę gruntową, w której rozpuszczone były połączenia wapienne i fosforowe: drobne cząstki tych połączeń zebrały się w ziarnkach żyta i grochu — i potem zjedzone dostały się do krwi człowieka.

Wszystko to jest możliwe tylko dlatego, że woda rozpuszcza w sobie różne ciała.

Kiedy mowa o rozpuszczaniu się ciał w wodzie, przyjrzyjmy się bliżej, jak się to odbywa.

Do próbówki z wodą czystą wrzućmy szczyptę soli i rozmieszajmy. Soli zaczyna coraz ubywać, wreszcie jakby znikła w wodzie. Nie znikła ona jednak wcale: wszakże smak wody stał się teraz słony. Ale ta sól rozbija się w wodzie na nadzwyczaj drobne, niewidzialne bryłeczki, które rozpływają się w całej masie wody. Taką wodę, w której jest coś rozpuszczonego, nazywamy roztworem wodnym. Otrzymaliśmy więc roztwór wodny soli.

Łatwo się przekonać, że to prawda. Nalewamy tego roztworu soli w wodzie na miseczkę lub do garnuszka i gotujemy nad ogniem. Woda zaczyna się gotować, unosi się jako para, a na miseczce zaczyna osiadać biała skorupka soli — tej samej soli, którą przedtem rozpuściliśmy w wodzie. (Rys. 33).

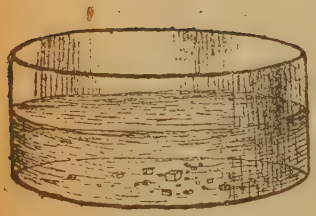
Rys. 33.

Tak samo jest ze wszelkiemi innemi roztworami: przy rozpuszczaniu pewnego ciała nie znika ono, lecz rozchodzi się w wodzie i pozostaje w niej w drobniutkich, niewidzialnych cząsteczkach.

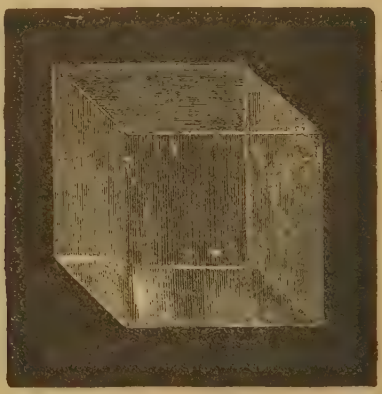
Ciało rozpuszczone w wodzie można otrzymać z niej nietylko przez gotowanie wody.

Nalejmy na miseczkę mocnego roztworu soli w wodzie i zostawmy w spokoju na kilka dni. Wtedy zobaczymy, że na

dnie i na ściankach miseczki zacznie osiadać sól w postaci bryłek. Każda bryłka ma sześć ścianek kwadratowych i zowie się kryształem soli. Opisany sposób otrzymywania kryształów nazywamy krystalizacją. (Rys. 34 i 35).



Rys. 34.

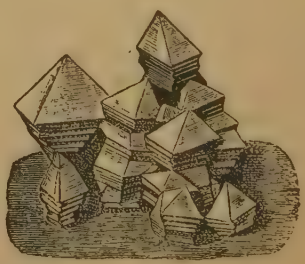


Rys. 35

Jeszcze łatwiej otrzymuje się zapomocą powolnej krystalizacji kryształy ciała zwanego ałunem. Kupuje się ałun w aptece.

Na szklankę wody gorącej wsypmy pół szklanki ałunu, wlejmy do garnuszka i zagotujmy. Otrzymamy wodny roztwór

Rys. 36.



Rys. 37.

ałunu. Ten roztwór wlejmy do szklanki i zostawmy w spokoju na parę dni.

Jeśli do tego roztworu wpuścimy sznurek — jak to widać na rysunku 36-ym — to na sznurku osiądą kryształy ałunu. Każdy kryształ ma 8 ścianek i składa się jakby z dwóch daszków czworobocznych, zrośniętych podstawami. (Rys. 37).

Rys. 38.

Dziwna to i ciekawa rzecz, że przy krystalizacji cząsteczki ciała rozpuszczonego zbierają się w prawidłowe kryształki. A przytem każde ciało zawsze daje właściwe sobie kryształki, — sól inne, a inne znów ałun. Nieraz jeszcze spotkamy się z kryształami rozmaitej postaci.

Sama przez się woda stanowi niezbędny napój dla wszystkich istot żyjących. Rośliny usychają bez wody; zwierzęta i ludzie giną z pragnienia bez wody lub bez zawierających dużo wody pokarmów. Woda bowiem wchodzi zarówno w skład ciała roślin, jak zwierząt i ludzi. Niektóre rośliny zawierają pół na pół wody, a nawet więcej; w ciele człowieka na każde 100 kilogramów wagi jest około 70 kilogramów wody. Zarówno z roślin, jak i ze zwierząt, woda ta nieustannie wychodzi, bądź parując, bądź wydzielając się z innemi cieczami — i dlatego

trzeba ją zastępować nową. Brak wody w roślinach widać po ich więdnięciu; brak wody u zwierząt objawia się pragnieniem.

Nie każda woda jest dobra i zdrowa do picia. Za napój powinna służyć tylko woda czysta i świeża. Woda zanieczyszczona, szczególniej taka, w której co gnije, a więc woda z bagien, rowów, stawów, rzek, jest nieczysta i niezdrowa. W takiej wodzie znajduje się mnóstwo bakteryj, maleńkich, tylko przez szkła powiększające widzialnych żyjątek, które, dostawszy się z wodą do krwi człowieka, sprowadzić mogą ciężką chorobę: tyfus, febrę, krwawą biegunkę, cholerę i inne. (Rys. 38: kropla wody z bakterjami cholery).

Oczyszczanie wody, ogrzewanie i destylacja. Najzdrowsza jest woda źródlana lub z głębokich, dobrze zbudowanych studzien. Gdzie trzeba pić wodę z rzeki lub jeziora, tam oczyszczają ją sztucznie z piasku, gliny i innych nierozpuszczalnych w niej domieszek zapomocą tak zwanych filtrów. **Filtrowanie** wody polega na tem, że przesącza się ona sztucznie przez grubą warstwę piasku i żwiru. Wtedy różne nieczystości zostają między ziarnkami piasku, a czysta woda odchodzi i służy za napój. Pięknie urządzone filtry znajdują się w wielkich miastach: Warszawie, Łodzi, Lublinie. Woda filtrowana zapomocą rur, zwanych wodociągami, rozchodzi się po całem mieście i doprowadza się do mieszkań nawet na górnych piętrach. Opierają się wodociągi na następującej zasadzie.

Rys. 39.

Jeśli do długiej rurki gumowej, zgiętej, jak pokazano na rys. 39 ym, i zaopatrzonej na jednej końcu w lejek, a na drugim w rurkę szklaną, nalejemy przez lejek wody, to w obu częściach rurki woda będzie stała na jednakowej wysokości.

Gdy poziom wody zniża się w jednej części rurki, to zniża się tak samo w drugiej; gdy się podnosi w jednej, o tyleż podnosi się w drugiej.

Gdy się jedną część rurki znacznie podniesie do góry, a drugą obniży, — wówczas woda z niskiej rurki bije do góry fontanną, albowiem dochodzi do tej samej wysokości, na jakiej znajduje się w rurce lewej. (Rys. 40).

Rys. 40.

Podobnie dzieje się w wodociągach.

W Warszawie np. woda z Wisły brudna, mętna — pompuje się najpierw maszynami i prowadzi rurami do wielkich piwnic (osadników), gdzie osiada z niej muł wiślany. Potem przechodzi ta woda do innych piwnic, których dno wyłożone jest na kilka łokci grubą warstwą żwiru, kamieni i piasku. Woda przeciska się, czyli filtruje, przez te warstwy i zupełnie czysta pompuje się do ogromnej rury, wysokości na 12 pięter. Rura ta mieści się wewnątrz tak zwanej wieży ciśnień, którą widać w Warszawie na „Stacji filtrów“ przy ulicy Koszykowej. Z tej wysokiej rury spływa woda do drugiej takiej samej, połączonej zapomocą rur podziemnych z rurami cienkiemi, podnoszącemi się wzdłuż ścian naszych mieszkań. Każda rura kończy się kranem. Gdy odkręcimy kran, to woda zaraz wypływa jak z fontanny; stara się bowiem podnieść tak wysoko, jak wysoko jest w wieży ciśnień.

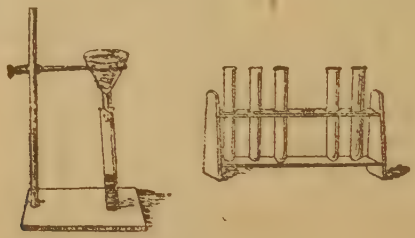
Urządzenie filtrów i wodociągów jest tak ciekawe, że każdy, kto ma sposobność, powinien zwiedzić warszawską „Stację filtrów“.

Bardzo to dogodne i pożyteczne urządzenie.

Gdzie nie można mieć do picia wody zupełnie czystej, źródlanej, tam trzeba pić wodę przegotowaną i ostudzoną.

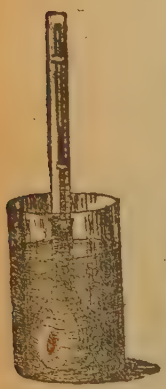
Przy doświadczeniach naukowych trzeba nieraz wodę cedzić, czyli filtrować.

Do tego używamy zwykle lejka szklanego, którego wnętrze wykładamy jakby drugim lejkiem z czystej białej bibuły.



Rys. 41.

Nieczystości, czyli domieszki, zostają na bibule, a czysta woda przesącza się przez bibułę i spływa do podstawionego naczynia. (Rys. 41).



Rys. 42.

Będziemy teraz ogrzewali wodę.

Wielka historja! — powiecie. — Toć każdy wodę ogrzewał.

Prawda, ale nie każdy uważał, co się przy tem dzieje.

Do ogrzewania użyjemy bańki, zatkanej korkiem gumowym, przez który przechodzi cienka rurka szklana. W bańce (kolbie) jest pełno wody, — nawet weszła ona do rurki, gdzie dochodzi do kreski.

Trzymamy tę bańkę nad ogniem lampki spirytysowej, albo wkładamy do naczynia, napełnionego wodą gorącą. Woda w kolbie zaczyna się rozgrzewać — zaczyna się podnosić w rurce coraz wyżej i wyżej.

Dlaczego? — Widocznie woda rozszerzyła się przy ogrzewaniu. (Rys. 42).

Tak jest. Woda, zarówno jak wszelkie inne ciała, przez ogrzewanie rozszerza się.

A co będzie, jeśli przestaniemy ogrzewać kolbę z wodą?

Zobaczymy. Odstawiamy kolbę od ognia i po niejakim czasie widzimy, że przy oziębianiu woda napowrót się kurczy.

Wyjmiemy teraz korek, odlejemy nieco wody z kolby, a resztę będziemy gotowali. W miarę ogrzewania widać, jak na dnie zaczynają powstawać przezroczyste bąbelki i unoszą się do góry, gdzie pękają. Bąbelków coraz przybywa, stają się coraz większe, aż cała masa wody zaczyna się bałwanić, sycząc, zaczyna wrzec, czyli gotować się. Jednocześnie z kolby kłębami wychodzi para.

Jeżeli teraz podczas wrzenia wody zanurzymy w nią ciepłomierz stustopniowy (Celsjusza), to rtęć rozszerzy się tak, że stanie akurat wprost podziałki 100-ej powyżej zera.

Jeżeli zanurzymy termometr, na którym stoi napis: Reaumur (Reomiur), to rtęć w rurce podniesie się do 80-ej podziałki.

Oczywiście, temperatura, w której woda gotuje się, jest taka sama, tylko oznaczać ją można dwojako: według ciepłomierza Celsjusza 100 stopni ciepła; według ciepłomierza Reomiura 80 stopni ciepła.

Nad parą trzymam ukosem zimny talerz. Para osiada na nim, zbiera się w kropelki wody, które spływają na brzeg talerza i odrywając się spadają na ziemię.

To proste doświadczenie poucza:

że woda przy ogrzewaniu zmienia się w parę wodną; że para wodna przy oziębianiu zmienia się napowrót w krople wody.

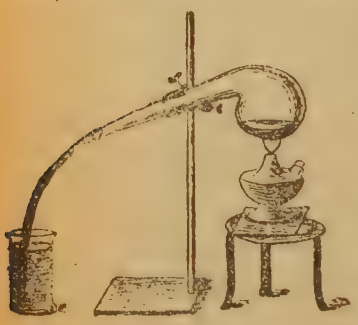
Gdybyśmy do kolby nalali wody brudnej, pomieszanej z ziemią, a przytem zawierającej w roztworze naprzykład sól lub sodę, gdybyśmy ogrzali tę wodę nieczystą i skroplili otrzymaną z niej parę, toby się okazało, że woda skroplona jest zupełnie czysta i nie zawiera w sobie ani soli, ani sody.

Wszystkie domieszki wody, jako też cała rozpuszczona sól i soda, zostały w bańce, a ulotniła się tylko para wodna, która zebrała się w krople wody zupełnie czystej. Taką wodę zowiemy przekropioną lub destylowaną.

Na rysunku poniższym przedstawiony jest prosty przyrzą-

dzik, zapomocą którego możemy sami otrzymać trochę wody destylowanej z wody brudnej lub słonej.

W kolbie lub retorcie *) gotuje się nad lampką spirytusową woda nieczysta. Przez zgiętą rurkę ulatająca para przechodzi do próbówki, wstawionej do szklanki z wodą zimną, a jeszcze lepiej — ze śniegiem. Para wchodząca do zimnej próbówki oziębia się i skrapla w wodę zupełnie czystą, czyli destylowaną (Rys. 43).



Rys. 43.

W aptekach i w fabrykach, gdzie potrzeba dużo wody zupełnie czystej, używa się do jej otrzymywania przyrządu, zwanego skraplaczem, albo alembikiem.

Woda gotuje się w kotle miedzianym; para odchodzi rurą skręconą kilkakrotnie i objętą naczyniem, przez które ciągle przepływa woda zimna. Para w rurze oziębia się, skrapla i wypływa w postaci zupełnie czystej wody.

Wody przekroplonej, czyli destylowanej, używają szczególniej do lekarstw. Na receptach lekarskich często jest napis: aqua destillata, co właśnie znaczy: woda destylowana.

Przekraplanie wody odbywa się nieustannie samo w ogromnych rozmiarach w przyrodzie, na całej powierzchni kuli ziemskiej. Gdzie tylko znajduje się woda — czy w morzach, czy w jeziorach, rzekach lub błotach, czy gdziekolwiek indziej wreszcie — wszędzie pod działaniem ciepła słonecznego zmienia się ona w parę i ulatuje w powietrze. Jeśli powietrze jest zimne tuż nad ziemią, para ta skrapla się w tumany mgły i krople rosy. Jeśli wzniesie się wysoko w powietrze, to tam oziębia się i daje obłoki, czyli chmury, składające się z drobnych kropelek wody czystej. Zbierając się w coraz większe i większe krople, woda

*) Retortą zowiemy naczynie z długą, wąską, zgiętą w bok i ku dołowi szyjką, jak to widać na rysunku. Retorta lepsza jest do tego doświadczenia od kolby, bo skroplona woda odrazu spływa na dół, nie zatykając rurki.

z chmur spada napowrót na ziemię jako deszcz, albo marznie w kulki gradowe i gwiazdki śnieżne.

I znów na ziemi ze spadłej wody powstają źródła i rzeki, zasilają się jeziora i morza. A potem znowu ta sama woda paruje, skrapla się i spada na ziemię, ożywiając rośliny, zwierzęta i ludzi.

Całą tę cudowną wędrówkę wody pomiędzy ziemią i niebem, wędrówkę, bez której wszelkie życie na ziemi musiałoby ustać, wywołuje, jak powiedzieliśmy, ciepło słońca.

Mówiąc o parze wodnej, musimy podać jeszcze jedną, niezmiernie ważną jej własność, którą poznać można z takiego oto doświadczenia.

Do próbówki, a lepiej do rurki metalowej z dnem, nalewam trochę wody, zatykam korkiem (nie zanadto szczelnie) i wodę ogrzewam. Po chwili, gdy woda zacznie się gotować i zmieni się w parę, para ta wypchnie z hukiem korek. (Rys. 44). Gdyby rurka była mocno zatkana, para mogłaby ją rozerwać. Ta wielka siła pary ogrzanej zowie się jej prężnością — i pozwoliła zastosować parę do poruszania machin parowych w fabrykach, lokomobilach, parowozach i parostatkach.

Rys. 44.

O lodzie. Bardzo ciekawe i ważne są własności wody stałej, czyli lodu.

Nie zawsze można mieć lód pod ręką; ale w odpowiedniej porze należy koniecznie zapoznać się bliżej z lodem.

Lód jest ciałem kruchem, przezroczystem, które tworzy się z wody, gdy termometr wskazuje 0° lub mniej niż 0° stopni ciepłoty. Na większych wodach, np. rzekach, jeziorach, lód powstaje zawsze na powierzchni wody, a potem narasta od spodu. Dlatego znać na nim wyraźnie warstwy poziome. Niezależnie od tego dzieli się on na słupy poziome, co znać w postaci rys pionowych na lodzie, wyłamanym w dużej wodzie.

Przyglądając się kawałkowi lodu pod światło, widzimy w nim liczne przerwy, napełnione powietrzem.

Barwy lód nie posiada, choć w wielkich masach wydaje się niebieskawym.

Osiadając z wody na ścianach wilgotnych lub na szybach i drzewach przy zamarzaniu rosy, łód tworzy piękne kryształki, zwane szronem.

Przy zamarzaniu kropel wody wysoko nad ziemią woda ścina się w bardzo piękne sześciopromienne blaszki i gwiazdki lodowe, zwane płatkami śniegu. Przy raptownem zamarzaniu kropel wody podczas burz elektrycznych powstają kulki lub duże gromadki kryształów gradu.

Powiedzieliśmy, że lód powstaje zawsze na powierzchni wód. Pochodzi to stąd, że woda marznąc rozszerza się, a więc lód jest rzadszy i lżejszy, niż woda.

W zimie, przy dużym mrozie, zróbmy takie doświadczenie. Napełnijmy do wierzchu butelkę wodą, zakorkujmy mocno, okręćmy korek drutem i wystawmy na mróz. Butelka pęknie, bo ją lód rozsadzi. A rozsadzi dlatego, że woda w butelce rozszerza się przy zamarzaniu.

W takim razie co jest cięższe: szklanka lodu, czy takaż sama szklanka wody?

Rzeczywiście, rzućmy kawałek lodu do wody, to będzie pływał na jej powierzchni, jak korek albo drzewo. Jest to wielkie szczęście dla świata, że lód tworzy się na powierzchni wód, a nie na dnie. Pod skorupą lodową woda zatrzymuje ciepło; różne więc rośliny i zwierzęta wodne mogą doskonale przebyć zimę pod lodem, byle im dostarczyć... czego? powietrza.

Gdyby wody nasze marzły od dna, to wszystkie żywe istoty, co zima musiałyby wyginąć.

Lód, powstając w szparach gór i skał, rozsadza je, spulchnia rolę i wykonywa wiele różnych prac na ziemi.

O tem jednak, jako też o pracy wody, mówić będziemy w dalszym ciągu, rozpatrując skalistą skorupę ziemi.

Z czego składa się woda? Próbując wody rozmaitemi sposobami, przekonali się uczeni, że nie jest ona ciałem prostem, lecz składa się z połączenia ze sobą dwóch innych ciał, mianowicie ze znanego już nam gazu **tlenu** i drugiego gazu, który się zowie **wodorem. Woda jest związkiem wodoru z tlenem.**

Można wodę rozłożyć na te dwa gazy, można też otrzymać wodę, jeżeli się pozwoli wodorowi połączyć się chemicznie z tlenem.

Opowiem, jak uczeni rozkładają wodę; chociaż samo opowiadanie nie daje dokładnego pojęcia o tym doskonałym sposobie.

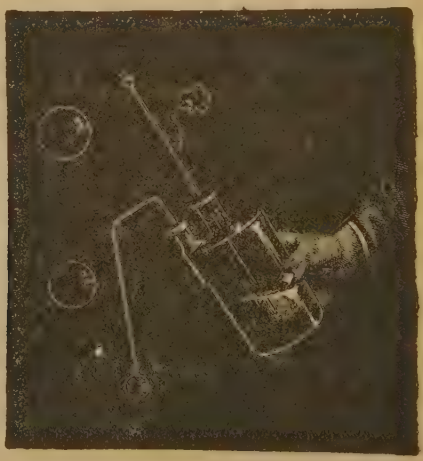
Wiecie zapewne, że można sztucznie otrzymywać siłę elektryczną, tę samą, która, zbierając się w chmurach, wywołuje błyskawice i pioruny. Tej siły elektrycznej ludzie używają do rozmaitej pracy: przesyłając ją po drutach, zapomocą niej można dzwonić z odległości, jak to słychać na stacjach kolejowych; można przesyłać wiadomości telegrafem, rozmawiać, rozpalać światło w lampach, pchać wozy tramwajowe i tak dalej. Jest to jedna z najciekawszych i najpożyteczniejszych dla człowieka sił przyrody. Otóż tej samej siły używamy i do rozkładu wody.

Woda mieści się w dwóch rurkach jednakowych, opartych na dnie miseczki, również wodą napełnionej. Woda używana do tego doświadczenia musi być trochę zakwaszona np. kwasem siarkowym. W rurkach kończą się dwa druty, idące od maszyny, wytwarzającej siłę elektryczną. Skoro tę siłę puścimy po drutach, wnet widzimy, jak z wody, która ich końce otacza, zaczynają się wydzielać pęcherzyki gazów. Jeden zbiera się w jednej rurce, a drugi w drugiej, wypychając sobą wodę. Oba te gazy są zupełnie podobne do siebie napozór; ale jednego jest dwa razy więcej, niż drugiego. Skończywszy rozkład wody, wypuszczamy najpierw przez kurek górny jednej rurki gaz, którego jest mniej, trzymając przy kurku tlejące drewienko. Drewienko rozżarza się, jak od tlenu: bo też wydzielony gaz jest tlenem. Płonące drewienko trzymamy przy kurku, wypuszczając następnie drugi gaz, którego jest dwa razy więcej: drewienko gaśnie, ale sam gaz zapala się z hukiem. Ten drugi gaz jest właśnie wo-

dorem, który bliżej musimy poznać. Na dwa litry pary wodnej idą dwa litry gazu wodoru i jeden litr tlenu.

Wodór jest jednym z ciekawych i bardzo ważnych gazów. Sam wodór, czysty, z niczem niepołączony, wprawdzie nie spotyka się na ziemi i znaczenia nie ma, ale zato wchodzi w skład nadzwyczaj wielu innych ciał. Nie mówiąc już o wodzie, znajduje się wodór w spirytusie, w nafcie, cukrze, mące, białku jajka, w ciele wszystkich roślin, zwierząt i ludzi.

Rys. 45.



Rys. 46.

Najłatwiej otrzymać wodór z jakiegokolwiek kwasu, naprzykład z solnego albo z siarkowego.

Do butelki nalewam kwasu solnego i wsypuję kilka kawałeczków metalu cynku. Natychmiast koło cynku zaczynają się zbierać bąbelki gazu, który ulatuje do góry.

Zatykamy butelkę korkiem z rurką szklaną, nieco zwężoną końcu — z rurki wydobywa się wodór.

Jednocześnie cynk rozpuszcza się w kwasie. Pochodzi to stąd, że cynk wypycha niejako wodór z kwasu, sam zastępując

jego miejsce. Jeśli kwas był dość mocny, to przytem cała masa mocno się rozgrzewa, pomimo że nie trzymamy jej nad ogniem.

Można zebrać wodór w osobnej bańce, jakeśmy to robili z dwutlenkiem węgla. Okaże się, że wodór jest gazem również bez barwy i zapachu, jak powietrze i dwutlenek węgla.

Korzystając z wydzielenia się wodoru, zanurzam koniec rurki, przez którą on wchodzi, do wody z mydłem. Na końcu rurki wydymają się bańki mydlane, napełnione wodorem. Gdy taka bańka oderwie się od rurki, zwykle ulatuje wysoko do góry. (Rys. 45 i 46). Dowodzi to, że wodór jest gazem lżejszym od powietrza. Przekonano się, że wodór jest 14 razy lżejszy od powietrza; a zatem 1 litr powietrza waży tyle, co 14 litrów wodoru. Oczywiście, że wodór jest też 14 razy rzadszy, niż powietrze.

Rys. 47.

Z tej lekkości wodoru korzystano dawniej, napełniając nim balony. Balon napełniony wodorem wznosi się do góry szybko i wysoko; ale wodór jest tak rzadki, że łatwo przesącza się przez błony balonu; dlatego dziś używają do napełniania balonów gazu świetlnego. (Rys. 47).

Puszczam znowu bańkę wodorową z mydłem i zręcznie zbliżam do niej zapaloną świecę. Bańka pęka i zapala się z hukiem. Na spodku z wodą mydlaną robię kilka baniek wodorowych, jakby pianę z baniek, i przykładam zapalone drewienko: wszystkie bańki spalą się z lekkim wybuchem. Dowodzi to, że wodór jest gazem palnym.

Wodór czysty spala się bez huku, ale jeśli jest pomieszany z powietrzem, wówczas przy zapalaniu silnie wybucha. Taka mieszanina wodoru z powietrzem wydziela się początkowo z naszej rurki. Gdybyśmy przytknęli do rurki płomień, mogłaby ta mieszanina wybuchnąć i rozerwać butelkę. To też poczekamy dłużej, aż będzie z rurki wychodzić czysty wodór, i teraz dopie-

ro przytykamy płomień: wodór na końcu rurki zapala się i pali bladym płomykiem.

Nad płomykiem tym podtrzymujemy do góry dnem suchą szklankę: wnętrze szklanki zapoci się, pokryje się rosą. Próbujemy kropelki tej rosy: okazuje się, że to jest woda. Ta woda powstaje przy paleniu się wodoru w powietrzu. Wodór, paląc się, łączy się z tlenem powietrza, a taki związek wodoru z tlenem jest właśnie wodą.

VI. Piasek.

W rozdziałach poprzedzających poznaliśmy się z powietrzem otaczającem ziemię i z jego składowemi częściami: tlenem, azotem i dwutlenkiem węgla; potem mówiliśmy o wodzie i wodorze. Teraz przystąpimy do rozpatrzenia najważniejszych ciał kopalnych, wchodzących w skład skorupy ziemskiej.

Zaczniemy od piasku.

Pospolita ta kopalina składa się, jak wiadomo, z maleńkich, napół przejrzystych, nieco zaokrąglonych ziarnek minerału, zwanego kwarcem. Niekiedy ziarnka piasku są drobne jak mak, to znów znacznie grubsze, a od tego zależy, czy piasek jest drobnoziarnisty, czy gruboziarnisty.

Rys. 48.

Nasypmy trochę piasku na szkło i potrzyjmy: szkło porysuje się piaskiem. Kwarc więc jest bardzo twardy, gdyż szkło nawet żelazem i stalą niełatwo daje się rysować.

Do słoika z wodą wsypmy garść piasku i zmieszajmy dobrze. W pierwszej chwili woda się zmąci, ale potem cały piasek opadnie na dno, a woda nad nim stanie się znowu przezroczystą. Dowodzi to, że piasek nie rozpuszcza się w wodzie i że jest od niej cięższy, bo pada na dno. (Rys. 48). Szklanka piasku waży zazwyczaj tyle, co 2 i pół szklanki wody: dlatego to koniowi daleko ciężej wozić piasek, niż wodę.

Ciało chemiczne, z którego składa się minerał kwarc, nazywamy krzemionką. Sama krzemionka jest bardzo mało rozpuszczalna w wodzie, gdy jednak połączymy ją z innemi ciałami, możemy otrzymać połączenie w wodzie rozpuszczalne. Zmieszajmy łyżkę piasku z pięciu łyżkami sody i ogrzewajmy długo na mocnym ogniu. Mieszanina ta w ogniu burzy się mocno, ale potem stapia się na masę do szkła podobną. Zowiemy taką masę szkłem wodnem. W wodzie rozpuszcza się ono doskonale. W przyrodzie istnieje wiele połączeń krzemionki mniej lub więcej rozpuszczalnych w wodzie, i dlatego niewielka jej ilość zawiera się zwykle w wodach gruntowych. Z tych wód czerpią krzemionkę różne rośliny, np. trawy, zboża. Niektóre rośliny zawierają tak wiele krzemionki, że stają się bardzo twarde, np. skrzypy, rosnące na polach i błotach, trzcina, sitowie, liście różnych traw, wyrastających na piaskach

Weźmy teraz lejek szkiany lub blaszany; na dnie jego połóżmy trochę waty, a na to nasypmy piasku. Na piasek nalejmy wody. Wiadomo, co będzie: woda przesączy się przez lejek. To dowodzi, że piasek jest przepuszczalny dla wody. (Rys. 49).

Rys. 49.

Grunt piaszczysty z łatwością przepuszcza wodę; pola, drogi piaszczyste po największym deszczu szybko wysychają. Oczywiście jest to niedobre dla roślin, które potrzebują dla siebie stałej wilgoci w gruncie. Na piaskach w roku wilgotnym udają się jako tako zboża, ale w suchym często przepadają. Obszary pokryte grubą warstwą piasku stają się zupełnemi pustyniami.

Piasek na ziemi spotyka się zwykle w znacznych pokładach. Czasami warstwy piasku leżą na powierzchni, na innych kopalinach; niekiedy znów piasek leży głębiej, najczęściej pod gliną. Wiele piasku jest na dnie i na brzegach rzek, jezior, a szczególniej mórz, do których go rzeki przynoszą. Na rzekach piasek tworzy często mielizny i kępy; wyrzucony przez fale morskie, daje podłużne, wysokie wały. Wydmy te piaszczyste,

(czyli *diuny*) nie pozostają na miejscu, lecz posuwają się w tę stronę, w którą najczęściej wieje wiatr. A że nad brzegami mórz wiatry przeważnie wieją z morza na ląd, więc na niskich piaszczystych wybrzeżach morskich prawie zawsze powstają wydmy. Człowiek, sadząc na piaskach nadbrzeżnych drzewa (wierzbę, sosnę), powstrzymuje pochód wydm, zasypujących często urodzajne pola i łąki.

Gdzie czysty piasek leży grubą warstwą, tam zwykle porywa go wiatr, roznosząc daleko. Takie lotne piaski bywają bardzo niebezpieczne dla sąsiednich gruntów.

Niemniej szkodliwe są te piaski, które wyrzucają rzeki podczas wylewów. Zdarza się nieraz przy wylewach Wisły, że pokryje ona grubym piaskiem najpiękniejsze pola, czyniąc ludzi zamożnych odrazu nędzarzami.

Piasek jest cennym materjałem, używanym do różnych rzeczy. Przy budowie domów mieszamy go z wapnem i wodą na zaprawę mularską (tynk). Wysypujemy piaskiem drogi, żeby nie były błotniste. Z cementem daje piasek masę łatwo twardniejącą. Grunta zbyt ścisłe, gliniaste można spulchniać, mieszając je z piaskiem. Wreszcie używamy piasku na wyrób szkła.

W tym celu piasek mieszają w oznaczonej mierze z wapnem, potażem lub sodą i w kotłach ogniotrwałych wytapiają tę mieszaninę na masę płynną, gęstą, przejrzystą, łatwo stygnącą.

Hutnik (robotnik w hucie szklanej) nabiera masy szklanej na koniec długiej rury żelaznej, zwanej piszczelem, wkłada koniec piszczela do odpowiedniej formy i wydyma szklankę, butelkę czy szkło do lampy. Dla zrobienia szyby, wydyma dużą banię walcowatą, której końce po ostygnięciu odcina, rozrzyna ją wzdłuż i, rozgrzawszy, prostuje w równą taflę.

Robota w hucie szklanej jest bardzo ciekawa i dlatego hutę należy zwiedzić. (Rys. 50).

Jest bardzo wiele minerałów, które składają się również z krzemionki, jak piasek.

Najpospolitszym u nas jest krzemień, kamień bury, na powierzchni często białawy, wyblakły. Spotykamy go nieraz na polach w bryłach kulistych lub w kawałkach z ostremi brzegami. Szczególniej dużo krzemieni jest w okolicach, gdzie się znajdują skały wapienne.

Krzemień łatwo się łupie na kawałki z ostremi krawędziami. Dlatego niegdyś, kiedy ludzie jeszcze nie znali metali, używano ostrych krzemieni na noże do rozcinania skór, groty do dzid, siekierki kamienne i tym podobne narzędzia.

Rys. 50.

W starych mogiłach pogańskich, mających po parę tysięcy lat, można nieraz znaleźć takie krzemienne narzędzia.

Uderzony o stal krzemień daje iskry. Stąd używano go jeszcze przed kilkudziesięciu laty do krzesania ognia (krzemień, krzesiwo i hubka), a także do tak zwanej broni palnej skałkowej. W kurek wmocowany był śrubą kawałek krzemienia, któ-

ry za pociągnięciem cyngla spadał na żelazną panewkę, dawał iskry i zapalał znajdujący się tam proch.

W naszych górach Świętokrzyskich w Kieleckiem, a także w Karpatach i innych górach, często znajdujemy gromadki kwarcu krystalicznego w postaci słupków sześciograniastych, ściętych u góry w daszki.

Kryształy kwarcu zupełnie przezroczyste zowiemy **kryształem górnym**. Zabarwione fioletowo noszą nazwę **ametystów**. Czarne nazywają się **kwarcem dymnym**.

VII. Glina.

Glina z pozoru nieco przypomina piasek, również bowiem składa się z ziarnek, ale ziarnka te są drobniutkie jak pył i mają skład chemiczny daleko bardziej złożony, niż kwarc, składają się bowiem z krzemionki, połączonej z metalem glinem (aluminium) i z tlenem.

Barwa gliny zupełnie czystej jest biała. Taką jest glina kaolinowa, używana na wyrób porcelany. Glina biała mniej czysta, gruboziarnista, idzie na wyroby fajansowe, zwyczajne ta-

Rys. 51.

lerze, spodki, filiżanki. Różne gatunki gliny szarej, żółtej i brunatnej służą do wyrabiania garnków, misek, fajek, dachówek i cegły.

Główny pożytek gliny polega na tem, że można z niej różne rzeczy lepić, że jest lepka, to jest z wodą urabia się na rodzaj lepkiego ciasta. Takie ciasto gliniane po wysuszeniu wypala się w ogniu, gdzie twardnieje na kamień.

Weźmy kawałek gliny, dodajmy wody, wymieszajmy dobrze i ulepmy z tego małą cegiełkę. Tę cegiełkę wysuszmy i wrzućmy do ognia. Po paru godzinach wyjmiemy twardą, dobrze wypaloną cegłę.

W podobny sposób robi cegły strycharz, lecz ma do tego formę drewnianą. W kraju naszym w bardzo wielu miejscach znajduje się glina strycharska i dlatego widać mnóstwo cegielni. Przy cegielni, prócz dołów po wybranej glinie, widać szopy do suszenia cegły i piec do jej wypalania. (Rys. 51).

Garncarz wyrabia garnki na tak zwanem kółku garncarskiem, które składa się z dwóch krążków, umieszczonych poziomo na

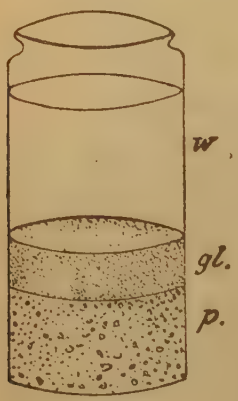
Rys. 52.

osi pionowej. Na górny krążek kładzie rozrobioną glinę, a nogą kręci krążek dolny. Przy szybkim obrocie gliny, umieszczonej na krążku górnym, dotykając jej ręką lub formą, nadaje jej postać dzbanka, misy i t. p. (Rys. 52).

Powiedzieliśmy, że glina rozrabia się z wodą na ciasto; przytem nie rozpuszcza się ona w wodzie i opada na dno, jak to można widzieć, rozmieszawszy glinę w szklance wody lub wysokim słoiku szklanym. Ziarnka gliny po zamieszaniu długo będą się unosiły w wodzie, ale wkońcu opadną na dno, tworząc równiutką warstwę poziomą.

A coby było, gdyby do wody nasypać piasku, nakłaść gliny i razem rozmieszać?

Piasek opadnie pierwszy i utworzy warstwę dolną, a potem opadnie glina, dając warstwę górną; nad gliną będzie czysta woda.



Rys. 53.

Rys. 54.

Takiego prostego sposobu można użyć, aby się dowiedzieć, ile mamy np. piasku pomieszanego z gliną w swoim gruncie. Biorę dobrą garść gruntu, rozmieszam z wodą w wysokim a wąskim słoiku i po opadnięciu piasku i gliny patrzę, ile jest jednego i drugiego. (Rys. 53).

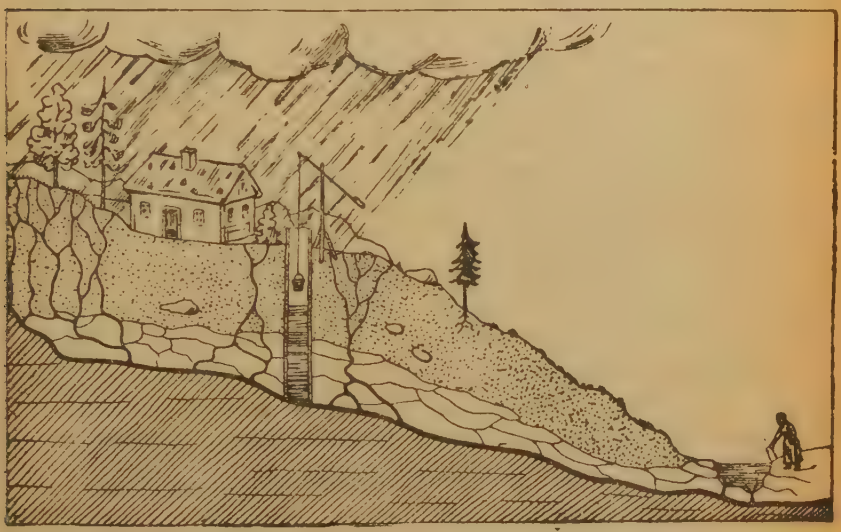
Grunt, w którym jest więcej niż połowa piasku, zowie się piaszczystym, piaskowatym; gdzie zaś jest więcej gliny — glinkowatym, gliniastym; grunt, czyli gleba, albo ziemia orna, zawie-

rająca więcej gliny, nazywa się tłusta, ciężka; zawierająca zaś więcej piasku nosi nazwę chudej albo lekkiej.

Glina nietylko nie nasiąka wodą, ale ma tę własność, że wody przez siebie nie przepuszcza.

Do naszego lejka znów włóżmy waty, ale na watę nałóżmy teraz gliny i nalejmy wody: woda przeciekać przez lejek nie będzie.

Na glinę nasypmy warstwę piasku i nalejmy wody: przez piasek woda przesiąknie, ale na glinie się zatrzyma. (Rys. 54).



Rys. 55.

To samo, co w naszym lejku, dzieje się w przyrodzie. Jeśli woda pada na pokład gliny, to się na nim zatrzymuje. Stąd grunta i drogi gliniaste z trudnością wysychają. Jeżeli pod piaskiem znajduje się glina, to wody deszczowe przesiąkają przez piasek, ale zbierają się pod nim na glinie, dając żyłę wody zaskórnej. Taka zaskórnica często gdzieś daleko w miejscu niższem znajduje sobie znowu ujście na powierzchnię ziemi i tworzy, bijąc w górę, źródło (jak fontanna). (Rys. 55).

Grunta ściśle gliniaste zachowują się przeciwnie, niż piaszczyste: w czasie wilgotnym są długo mokre, a więc nieurodzajne; podczas suszy zsychają się i twardnieją jak kamień, a nawet często pękają, rozrywając korzonki roślin. Do uprawy najlepsze są ziemie, gdzie na 2 lub 3 części gliny przypada jedna część piasku. To też spoiste gliny można poprawić nawożeniem piasku, tak samo jak suche piaski poprawiamy, dodając do nich gliny.

Grunta gliniaste, pomimo że są trudniejsze do uprawy, są daleko urodzajniejsze od piaszczystych. Pochodzi to stąd, że glina zatrzymuje w sobie nietylko wodę, ale i to wszystko, co w niej jest rozpuszczone, a więc wszelkie części mineralne, ważne jako pożywienie roślin.

Naprzykład, w glinie jest zawsze nieco wapna i potasu, takich właśnie ciał, których rośliny potrzebują do żywienia się. Pod działaniem powietrza, dwutlenku węgla i wody, oraz pod wpływem korzonków roślinnych, te części pożywne powoli wyługowują się z gliny, dostają się do wody i służą roślinom za pokarm.

I jeszcze jedno: glina zatrzymuje długo dodany nawóz, gdy tymczasem na piasku prędko przesiąka on wgłąb, ginąc dla roślin. Oto dlaczego piaski nawozić trzeba niewiele, a często; na glinach można kłaść nawóz raz na 5, albo na 6 lat.

Gliny, tak samo jak piaski, tworzą zwykle w ziemi mniej lub więcej grube pokłady. Zdarzają się pokłady gliny, mające po kilkadziesiąt, a nawet paręset metrów grubości. W miejscach, gdzie kopią glinę, albo w wąwozach, jakie często wypłókuje woda w okolicach gliniastych, nieraz widzimy, że warstwy gliny zmieniają się parokrotnie z pokładami piasku. Albo znów widać, że glina układa się cienkiemi, zbitemi, jedna na drugiej leżącemi warstewkami. Te cienkie warstewki czasami są tak stwardniałe, że tworzą jakby kamień, złożony z cienkich blaszek. Taki kamień, a raczej taka skała, zowie się łupkiem ilastym. Łupki ilaste są nadzwyczaj rozpowszechnione na ziemi; leżą zwykle głęboko, pod grubemi pokładami piasków, glin i innych utworów podobnych, który wogóle nazywamy skałami. (Rys. 56).

Łatwo się domyślić, że łupki ilaste musiały powstać z glin. Wody rzeczne niosą glinę do morza. Tam glina zczasem opa-

da na dno. Nad nią zaś leży warstwa wody, nieraz na kilka kilometrów głębokiej. Cóż dziwnego, że pod naciskiem takiej

Rys. 56.

olbrzymiej ilości wody warstewki gliny twardnieją i zamieniają się w łupek! Łupkiem ilastym, często z dodatkiem wapna i węgla, jest ten szary materjał, z którego wyrabiają tabliczki do pisania i rysiki dla dzieci.

W podobny sposób, jak łupki z glin, powstały z piasku skały zwane piaskowcami. U nas w Polsce nie brak piaskowców; mamy obfite ich pokłady w Radomskiem, Kieleckiem i innych okolicach. Piaskowiec jest mniej lub więcej twardy, a zawsze złożony z wyraźnych ziarnek piasku, czemś ze sobą zlepionych. Otóż są one zwykle zlepione gliną lub wapnem, czasem drobnemi ilościami rudy żelaza Utworzyły się zaś piaskowce na dnie głębokich wód z ziarn piasku, które tam leżały i pod naciskiem wody zbiły się w twardą masę.

Piaskowce służą do różnego użytku: na budulec, na schody, pomniki, krzyże, kamienie młyńskie, osełki do kosy i do toczków kowalskich, a także na wiele innych rzeczy.

VIII. Granit.

Był czas, kiedy na kuli ziemskiej nie było ani gliny, ani piasku, ani piaskowców, ani łupków. Cała stała część skorupy ziemskiej składała się z masy kamiennej, podobnej do tych głazów polnych, jakie w wielu okolicach kraju widzimy. Masa ta, zwana granitem, dała zczasem początek i piaskom, i glinom, i wielu innym skałom, wchodzącym obecnie w skład skorupy ziemskiej. Granit i dziś znajduje się wszędzie w ziemi,

ale tylko gdzieniegdzie wystaje na powierzchnię ziemi, tworząc wysokie grzbiety gór i skał, przeważnie zaś ukryty jest w głębi pod glinami, piaskami, wapieniami i t. p.

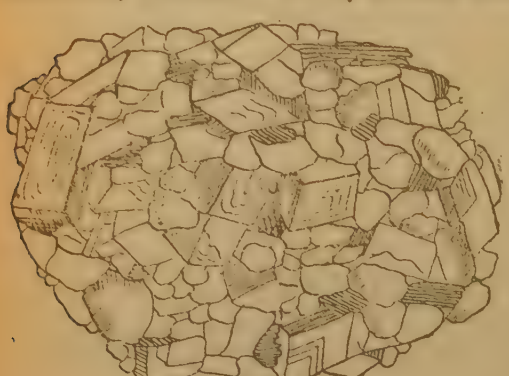
Nasze kamienie polne, rozsiane na znacznym obszarze byłej Kongresówki, szczególniej w jej północnej i środkowej części (Suwalskie, Płockie, Podlasie), są właśnie odłamami skały granitowej, i dlatego musimy się z niemi bliżej zapoznać.

Dwie są główne u nas odmiany kamieni granitowych: czerwony i szary; spotykają się jednak granity żółtawe, różowe, zielone, a nawet czarne.

Na pierwszy rzut oka widać, że granit jest ziarnisty, że składa się z pojedyńczych, jakby przystających do siebie ściśle ziarn.

Jedne z tych ziarn są kanciaste, płaskie, połyskujące, nieprzezroczyste, barwy czerwonej, żółtawej lub białej. Są to ziarnka skalenia. Zapamiętajmy je, bo stanowią one najważniejszą część składową granitu.

Inne ziarnka są zaokrąglone, białawe lub szare, słabo połyskujące, nieco przeświecające pod światło i jak gdyby pokryte warstewką tłuszczu. To są ziarnka kwarcu.



Rys. 57.

Trzeci rodzaj ziarn przedstawia się w postaci drobnych, mocno błyszczących b l a s z e k barwy białej, żółtawej lub c z a r n e j. Są to blaszki łyszczyku.

Zazwyczaj skaleń, kwarc i łyszczyk są tak ściśle ze sobą spojone, że dają razem skałę granitową twardą, trwałą, przydatną szczególniej na budowle. Wielkich głazów polnych chętnie używamy pod węgły chat i stodół; mniejsze zbieramy na bruk; z odłamów granitu robimy schody, słupy mostowe, tamy i groble kamienne nad morzem i rzekami. Ponieważ granit daje się wykuwać,

a nawet wygładzać, przeto używamy go na pomniki. Tak pomnik Mickiewicza w Warszawie ma podstawę i schody z granitu.

Niezawsze jednak kamienie polne są twarde. Często zdarza się spotkać kamień, który za uderzeniem młota natychmiast kruszy się, rozpada na kawałki, a nawet na drobne ziarna. Taki granit zowiemy zwietrzałym. Jest to granit popsuty działaniem wody, powietrza i ciepła. W granicie zwietrzałym skaleń uległ zmianie: pod wpływem wody i powietrza utracił on zawarte w nim wapno, sól i potas, oraz część krzemionki, a przybrał nieco wody i zmienił się w miękką glinę. Glinę tę powoli wypłókuje woda, a przez to ziarna kwarcu i blaszki łyszczyku muszą się rozejść, i cały kamień się rozkrusza.

I cóż powstaje ze zwietrzałego granitu?

Najpierw ze skalenia — glina.

Następnie z ziarn kwarcu — piasek.

Wreszcie pozostają lekkie blaszki łyszczyku.

Teraz zaczyna się dalsza praca wody. Przy każdym deszczu unosi ona i glinę, i piasek, i łyszczyk, tworząc strugi błota. Część zabranej gliny i piasku woda osadzi gdzieś dalej na lądzie, część uniesie do rzeczek i rzek, a rzekami dostaną się te męty do morza. Tam najpierw najbliżej ujścia rzeki opadną kamyki ciężki piasek, dalej ułoży się glina, a najdalej od brzegu osiądą blaszki łyszczyku. Dzieje się to powoli, lecz ciągle, przez dziesiątki, setki, tysiące lat. Z tych nieznacznych osadów przez długie wieki powstają grube warstwy glin, piasków i iłów, leżących na dnie mórz i oceanów, a zczasem stwardnieją one w ziepieńce, łupki ilaste i łyszczykowe, oraz w twarde piaskowce.

Tak to granit przez wietrzenie daje początek piaskom, glinom, iłom, łupkom ilastym i piaskowcom. Jak zobaczymy dalej, z granitu biorą też pierwotnie początek nawet nasze wapienie i marmury.

— Dobrze to wszystko, powiecie, ale jeżeli piaski i gliny, łupki i piaskowce osadzają się na dnie mórz, to skądże one znajdują się potem na lądach? Wszakże pełno piasku i gliny mamy wszędzie, a nie żyjemy na dnie morza.

Otóż właśnie, że my żyjemy na dnie dawnego morza. Skorupa ziemi nie trwa w wiecznym spokoju. Przeciwnie: jedne

jej części nieco podnoszą się w górę, jakby wydymając się, inne zapadają się; w jednych miejscach powstają na ziemi wypukłości, w innych zaklęśnięcia. Dna dawnych mórz wznosiły się do góry, stały się lądami; wody, które z nich powoli ściekały, zatopiły dawny ląd. W taki to sposób gliny, piaski i inne skały podmorskie wyłoniły się niegdyś z pod wody i dziś tworzą nasze lądy.

Ale takich glin i piasków morskich u nas w Polsce jest niewiele. Więcej daleko glin i piasków, które pokrywają nasz kraj, powstało w sposób odmienny.

W jaki, zrozumiemy dokładnie, skoro odpowiemy sobie na pytanie: skąd się wzięły u nas kamienie i wielkie głazy na polach?

Skąd się wzięły kamienie na polach naszych? Jest osobna książeczka F. Piotrowskiego, która na to ciekawe pytanie odpowiada szczegółowo Tu podamy tylko wiadomości najważniejsze.

Mówiliśmy już, że granit znajduje się na całej ziemi, gdyż przeważna część skorupy ziemskiej z granitów się składa. Ale u nas ta granitowa skorupa jest tak głęboko ukryta pod wapieniami, glinami i innemi skałami, że dokopać się do niej niepodobna. Tylko w Karpatach, a właściwie w Tatrach, w ich najwyższej części, w tak zwanym „trzonie“, granit wystaje wysoko nad ziemią.

Otóż takie same granitowe góry znajdują się na północ od nas, w dalekeij Szwecji, Norwegji i Finlandji. Dawno już zajmowało to uczonych, że nasze kamienie polne, małe, czy duże, nawet nasze żwiry, są ze składu i pozoru zupełnie podobne do granitów norweskich i finlandzkich; tyle tylko, że są zaokrąglone, jakby obtoczone. Rzeczywiście, te nasze kamienie polne są odłamkami granitów norweskich i finlandzkich. Skądże one wzięły się u nas? co je tutaj przeniosło?

Było to tak. Tam w górach północnych oderwały się niegdyś te kamienie w postaci skał i spadały w doliny, gdzie

leżały długi czas, gromadziły się i potrosze wietrzały, rozsypując się w żwiry, gliny i piaski.

Aż przyszedł czas, że w krajach północnych zaczęły padać ogromne śniegi, powietrze oziębiło się tak, że śniegi te nie topniały, lecz, zbierając się w dolinach górskich, stwardniały i dały grube pokłady ziarnistego lodu, czyli lodowce. W głębi lodowców i na ich powierzchni pełno było głazów granitowych, iłu gliniastego i ziarn kwarcu, które wykruszyły się ze zwietrzałych granitów. Zimno wciąż się zwiększało. Lodowce rosły i zsuwać się poczęły na południe, gdyż tak właśnie Szwecja i Finlandja są pochylone. Zczasem doszły te lodowce do morza Baltyckiego, wypełniły je, posunęły się dalej i pokryły znaczną część dzisiejszej Europy środkowej, a w Polsce doszły gdzieniegdzie aż pod Karpaty. Jak długo leżały te lodowce? niewiadomo. Ale i na nie przyszedł czas. Zaczęło się na ziemi znów robić cieplej, lodowce coraz więcej topniały, zaczęły ubywać, zmniejszać się. Z ich lodu powstały nasze jeziora pomorskie i rzeki: Odra, Wisła, Bug. Okruchy zaś granitowe, gliny i piaski, które tkwiły w owych lodowcach, osiadły i dały kamienie polne, czyli brukowce, gliny i piaski. Większa część naszych glin i piasków pochodzi z owych lodowców północnych. Nazywamy je napływowemi.

Są jednak całe płyty kraju, gdzie gliny i piaski zostały osadzone nie z wody, lecz naniesione zdaleka przez wiatry w postaci pyłu, który osiadł powoli, aż utworzył grube warstwy. Takiemi są naprzykład lekkie glinki proszowskie, sandomierskie, opatowskie, lubelskie i sokalskie. Nazywają się lössem, a stanowią bardzo żyzną glebę.

I ten pył jednak pochodzi pierwotnie z wietrzenia granitów i później został nawiany.

IX. Ziemia rodzajna (gleba).

Jeszcze jedną, najważniejszą dla nas część skorupy ziemskiej zawdzięczamy granitom, mianowicie ziemię rodzajną.

Każdy wie, że tam, gdzie wyrastają jakiekolwiek rośliny, zwierzchnia warstwa gruntu przedstawia się zawsze inaczej, niż ta, która leży głębiej: jest ona zwykle ciemniejsza, czarniejsza, sypka i krucha jak próchno. Tę zwierzchnią warstwę rodzajną nazywamy glebą.

Nie wszędzie jest ona jednakowo gruba. Na górach i skałach tworzy często ledwie widoczną powłoczkę lub zbiera się w szparach i rozpadlinach skał. Na gruntach dobrze uprawnych i znawożonych leży warstwą do kilkunastu, a nawet czasami kilkudziesięciu centymetrów głęboką. Na moczarach leśnych, na starych łąkach, torfowiskach i niektórych stepach daje warstwę do kilku metrów grubą.

Spróbujmy zrobić rozbiór gleby, czyli zwierzchniej warstwy ziemi rodzajnej.

Jest to robota nieco kłopotliwa, ale ciekawa i ważna.

Już na oko widać, że ziemia rodzajna składa się z ziarnek piasku i gliny, z wody, oraz z brunatnych lub czarnych kawałków listków, korzonków i innych części roślin, a także z drobnych kawałków i cząstek przegniłych zwierząt. Te szczątki roślinne i zwierzęce, wchodzące w skład gleby, stanowią próchnicę.

Odważmy ściśle 100 gramów ziemi rodzajnej.

Umieściwszy ją na talerzu, postawmy na słońcu lub na ciepłym trzonie, żeby ziemia wyschła zupełnie, żeby z niej wszystka woda wyparowała. Teraz zbieramy tę ziemię jeszcze raz i znowu ważymy.

Nasza ziemia waży teraz 80 gramów; ubyło z niej 20 gramów wody. A więc zawierała ona tyle wody.

Po usunięciu wody zsypujemy zważoną ziemię do żelaznego tygielka i ustawiamy na mocnym ogniu, żeby się ta ziemia przepaliła. Ziemia zaczyna czernieć, potem unoszą się nad nią kłęby niemile pachnącego dymu, wreszcie widać, jak korzonki i t. p. części rozpalają się i zamieniają na popiół. Jednocześnie ziemia z czarnej staje się jasną, żółtawą.

Ważymy przepaloną ziemię jeszcze raz, i cóż się okazuje?

Waży teraz tylko 68 gramów; ubyło z niej 12 gramów w postaci dymu i innych gazów: ubyło 12 gramów części roś-

linnych i zwierzęcych, czyli próchnicy, z której pozostała bardzo nieznaczna część popiołu.

Pozostaje jeszcze dowiedzieć się, ile w naszej glebie mamy gliny i piasku.

W tym celu użyjemy sposobu, który już raz opisałem. Mieszamy tę ziemię z wodą: gdy piasek osiądzie, zlewamy ostrożnie wodę z gliną. Wysuszymy najpierw piasek i zważymy. Waży, dajmy na to, 26 gramów. Tak samo wysuszymy i zważymy glinę: waży bezmała 42 gramy.

Po tem wszystkiem zróbmy rachunek ogólny.

W 100 gramach naszej ziemi rodzajnej było:

wody	20	gramów
próchnicy	12	„
piasku	26	„
gliny	42	„
razem	100	gramów ziemi rodzajnej.

Muszę uprzedzić, że rachunek nasz nie jest ścisły. Wszak w wodzie gruntowej były rozpuszczone różne części mineralne, i to najważniejsze dla roślin i zwierząt, bo te, które w nich właśnie były. Prawda. Ale uczeni mają sposoby zupełnie ścisłego mierzenia tych wszystkich części. Są osobne pracownie, gdzie za niewielką opłatą robią rozbiór nadesłanych próbek ziemi. Różni gospodarze, ogrodnicy i t. p. nadsyłają próbki swojej ziemi do tych pracowni, a tam dowiadują się ściśle, ile w ich gruncie znajduje się nietylko gliny, piasku i próchnicy, ale także ile jest wapna, żelaza, potasu, fosforu i innych części mineralnych

Ważna to dla rolnika czy ogrodnika rzecz wiedzieć, jaki skład ma jego rola, — co w niej jest, a czego brakuje, — jakich części, jakich nawozów trzeba jej dodać. Napiszą mu np., że w ziemi jest za mało wapna, to będzie grunt wapniował lub gipsował; okaże się brak fosforu, to posypie superfosfatem; na brak potasu zaradzi kainitem; na brak azotu ma obornik i nawozy zielone.

X. Wapienie.

W wielu okolicach naszego kraju znajdują się białe lub żółtawo-szare skały, z których wypalają wapno. Skała taka zowie się wapienną lub wprost wapieniem.

Wapienie leżą albo tuż na powierzchni ziemi, albo też głębiej pod piaskem lub gliną, tworząc głębokie na kilka i kilkanaście metrów, a nieraz na wiele kilometrów grube pokłady. U nas wapienie spotyka się w wielkiej ilości w południowej części kraju — w Lubelskiem w okolicach Chełma, Lublina, Kazimierza nad Wisłą; w Kieleckiem — w Ojcowie i jego okolicy; w Piotrkowskiem — pod Częstochową. Prócz tego są w ziemi Suwalskiej, Łomżyńskiej i innych. W innych krajach wapień tworzy nieraz wysokie wzgórza lub rozległe na setki kilometrów płaszczyzny, albo też leży na bokach gór granitowych.

Zwykły wapień odłupuje się w kończystych bryłach szaro-żółtawej barwy. Jest on dość twardy, tak że paznogciem nie daje się rysować; łatwo jednak rozbić go na kawałki. Rzucony do wody, opada na dno, gdyż jest od wody cięższy.

Przyglądając się bliżej kawałkom wapienia, często można zobaczyć w nim jakieś muszelki dziwnej postaci, jakby pozlepiane z sobą. W naszych wapieniach z pod Chełma, Kazimierza, Ojcowa znajduje się mnóstwo muszli drobnych i większych, rozmaicie karbowanych i prążkowanych.

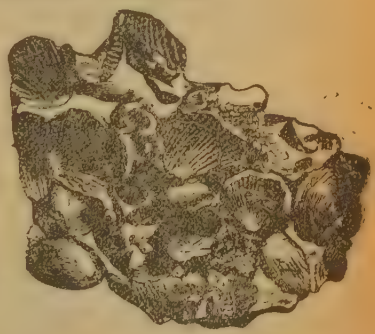
Muszle te osiadły na dnie morza, które niegdyś zalewało obecny nasz kraj. I dziś we wszystkich morzach, ba, nawet w stawach i rowach, żyje mnóstwo ślimaków, których ciało pokryte jest twardą wapienną skorupą. Cóż się robi z temi skorupami po śmierci ślimaków? Oczywiście opadają one na dno wody, gdzie gromadzą się w wielkiej ilości. To samo było w owych morzach, które niegdyś pokrywały znaczną część naszej ziemi. Żyły w tych morzach miljony ślimaków, których wapienne skorupy, padając na dno morza, zczasem, po długich, długich wiekach, zbiły się razem, poczęści pokruszyły i dały gruby pokład wapienia. (Rys. 58 i 59).

Olbrzymie pokłady takich wapieni i dziś powstają

wszystkich morzach. Przy kurczeniu się skorupy ziemskiej, przy jej zaklęsaniu w jednych okolicach ziemi, a podnoszeniu się w innych, pokłady wapienia wydostają się nad wodę i dają te skały wapienne, których mnóstwo mamy na całej ziemi.

A chcecie wiedzieć, jaki jest pierwszy początek tych skał wapiennych na kuli ziemskiej? Oto pierwotnie pochodzą one z tych samych granitów, z których powstają także glina i piasek. Dzieje się to w ten sposób. Skalenie, wchodzące w skład granitów, zawierają w sobie między innemi ciałami także wapno. Przy rozkładzie skaleni woda gruntowa rozpuszcza wapno i rzekami niesie je do morza. Z tego powodu woda morska zawiera znaczną ilość rozpuszczonego wapna. Ślimaki i inne zwierzęta morskie, żywiąc się wodą morską, razem z nią pochłaniają to wapno, z niego wytwarzają się ich twarde wapienne skorupy, szkielety i inne części, z których potem osadzają się pokłady wapieni. A więc wapno, które woda skorupie ziemskiej zabrała, znowu do niej powraca, przeszedłszy przedtem przez ciało zwierząt morskich, którym służyło za pancerz obronny.

Rys. 58.



Rys. 59.

Jak zobaczymy dalej, nie wszystkie skały wapienne powstają w sposób przez nas opisany; ale takie jest niewątpliwie pochodzenie wapienia muszlowego, składającego się z muszelek.

Rozpatrzmy teraz bliżej niektóre własności wapienia.

Gdy kawałek skały wapiennej wrzucimy do ognia i mocno wyprażymy przez parę godzin, wapień zmieni się zupełnie. Stanie się znacznie lżejszy i bielszy; przytem będzie tak miękk-

ki i kruchy, że można go z łatwością rozcierać na proszek. Wapień wypali się na **wapno niegaszone.**

Dostańmy sobie kawałek niegaszonego wapna, położmy na miskę i nalejmy zimnej wody. Natychmiast wapno zacznie nasiąkać wodą, pęka z trzaskiem, a jednocześnie woda stanie się tak gorąca, że para będzie z niej buchała. (Rys. 60).

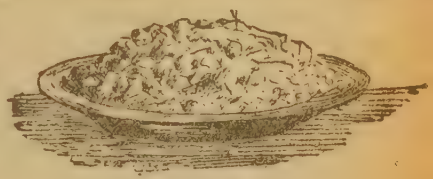
Kiedy się już wszystko uspokoi, zlejmy wodę i spróbujmy iej trochę na język. Będzie ona piekąca, niemiła w smaku, biaława. Będzie to **woda wapienna**, czyli **mleko wapienne.** Takiej wody używa się nieraz na lekarstwo dla ludzi do płókania gardła, a także jako bardzo dobrego lekarstwa dla bydła przy odęciu. W razie odęcia krowy trzeba natychmiast otworzyć jej pysk i wlać gwałtem parę kwart wody wapiennej, którą każdy gospodarz powinien na lato zawczasu sobie na wypadek przygotować.

Rys. 60.

Pozostała po zlaniu wody masa biała, miękka, lasująca się stanowi wapno gaszone, albo lasowane. Każdy widział, jak mularz sypie do skrzynki surowe wapno i zalawszy wodą, lasuje je, czyli gasi. Wapno surowe bardzo łatwo wciąga wodę i dlatego wysusza wszelkie rzeczy wilgotne. To też z wapnem trzeba być bardzo ostrożnym. Mularze nieraz mają ręce powygryzane od wapna, a zdarzają się nawet wypadki oślepnięcia przy zatarciu oka wapnem niegaszonem. (Rys. 61).

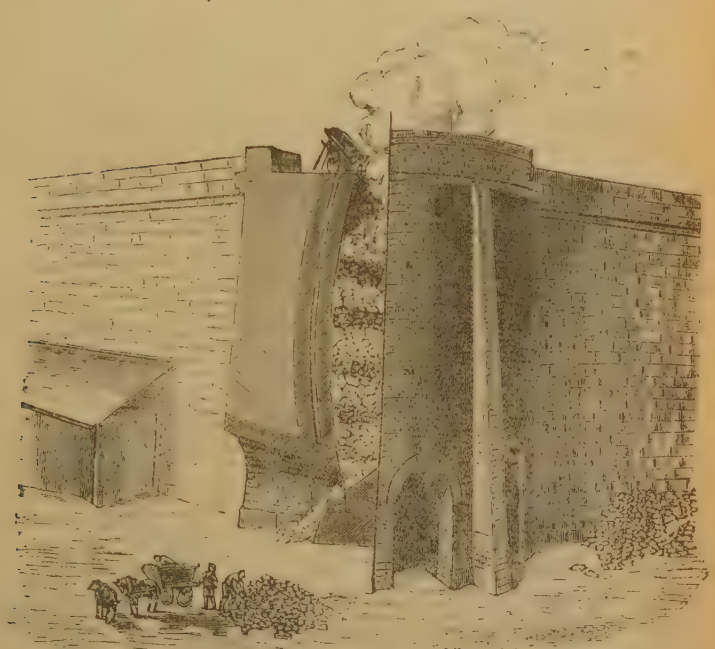
Wiadomo, że gdy do wapna lasowanego dodamy piasku i wody i wymieszamy dobrze, to otrzymamy zaprawę mularską, czyli tynk. Zaprawą, czyli, jak się mówi poprostu, wapnem, mularz spaja cegły i obrzuca zzewnątrz, czyli tynkuje mury. Dlaczego? — Dlatego że zaprawa na powietrzu szybko zsycha się i zmienia w masę twardą, ziarnistą, wytrwałą na wilgoć

i powietrze. Nie domyślilibyście się, skąd pochodzi ta przemiana wapna w twardy tynk. Oto stąd, że wapno wilgotne wciąga w siebie z powietrza dwutlenek węgla, który się w niem zawsze znajduje, łączy się z tym gazem, rozpuszcza w sobie nieco krzemionki z piasku i razem daje ową twardą masę.



Rys. 61.

Korzystając z tego, w ostatnich czasach zaczęto z zaprawy mularskiej lepić całe domy, stodoły, obory i inne budynki. Sprawą tą zajmowała się najwięcej „Gazeta Świąteczna“, gdzie czy-



Rys. 62.

telnicy znajdą dokładne objaśnienia, rysunki gotowych domów, wskazówki, gdzie takie domy już postawiono, i tak dalej.

Wapno niegaszone jest więc, jak widać z poprzedniego

niezmiernie cennym materjałem i dlatego wypalamy je w wielkiej ilości.

Piec do wypalania wapna przedstawia się w postaci głębokiego dołu, na którego spód kładzie się drzewo, a na to wapień, podpala się i praży w ogniu do zupełnego wypalenia. W dużych fabrykach wapna budują się wielkie piece jak wieże, z windami, które ciągną kamień wapienny do góry, z kanałami, prowadzącemi powietrze — i t. d. (Rys. 62). U nas wielkie piece wapienne znajdują się np. pod Częstochową, Kielcami, Sulejowem. Poznać je łatwo zdaleka po białym pyle, który je pokrywa, i po dymie, unoszącym się nieustannie z nad takiej wieży. Kto przejeżdżał koło Kielc, pamięta zapewne dym, snujący się daleko ponad wielkiemi piecami tak zwanej Kadzielni.

Prócz zaprawy mularskiej, z wapna z dodaniem gliny wyrabia się cement wodny (hydrauliczny) i betony, czyli kamienie sztuczne.

Nietylko po wypaleniu na wapno, ale i w stanie surowym wapień używa się jako kamień budowlany. Gdzie tylko kopie się wapień, tam można widzieć domy, kościoły i zagrody, murowane z tego kamienia. Większa część naszych starych zamków, jak w Kazimierzu nad Wisłą, Janowcu, Chęcinach, Ogrodzieńcu, Ojcowie, zbudowana jest ze zwyczajnego i muszlowego wapienia. Nie każdy jednak gatunek wapienia zdatny jest na budowle; są takie, które łatwo nasiąkają wilgocią, inne wietrzeją od deszczu, inne kruszą się; czasem w tym samym pokładzie znajdują się różne gatunki.

Odmianą wapienia jest kreda, której używamy do pisania, do bielenia ścian, czyszczenia metali i t. p. Jest ona znacznie miększa od zwykłego wapienia, tak że ściera się przy potarciu, a przytem jest biała lub zlekka żółtawa, jeśli zawiera domieszkę gliny albo rudy żelaza.

Napozór kreda wydaje się jednolitą, ale gdy pyłek z kredy rozpatrzymy zapomocą szkieł powiększających, okazuje się, że jest

ona złożona z niezmiernie małych, dziurkowatych muszelek Obliczono, że w ziarnku kredy wielkości łebka od szpilki mieśc się pół miljona muszelek. Takie są one maleńkie! (Rys. 63)

Muszelki te pochodzą z drobniutkich żyjątek morskich, których ciało za życia otaczały. We wszystkich morzach żyje niezliczone mnóstwo takich żyjątek, zwanych otwornicami, których miękkie, galaretowate ciało otacza wapienna skorupka. Po śmierci żyjątek skorupki ich opadają na dno morza, gdzie z biegiem lat i stuleci dają grube pokłady kredy.

Rys. 63.

Kreda, jako wapień, posiada wszystkie jego główne własności: można ją więc wypalać w ogniu na wapno, zlasować je zlać wodę wapienną, zmieszać wapno zlasowane z piaskiem i zrobić zaprawę mularską. Radzę wam wrzucić kredę do ognia na parę godzin i sprawdzić wszystkie powyższe roboty.

Przypominacie sobie, że z kredy wydzielaliśmy jeszcze jedno ciało, znany nam dwutlenek węgla, mianowicie oblewając kredę jakimkolwiek kwasem: octem mocnym, kwasem solnym

lub siarkowym. Nalejmy nieco kwasu na kawałek kredy czy wapienia zwyczajnego lub muszlowego: natychmiast kamień oblany zaczyna syczeć i występują na nim przejrzyste banieczki dwutlenku węgla.

Jest to jedna z prób na wapień.

Kiedy się o tem zgadało, to zróbmy to porządnie jeszcze raz. Do bańki wkładamy nieco potłuczonej kredy, nalewamy kwasu solnego, zatykamy korkiem z rurką i widzimy, jak z kredy wydziela się dwutlenek węgla. Zanurzmy koniec rurki do wody, to będzie widać doskonale, jak ten gaz węglowy bąblami z rurki wychodzi. Jeśli ten gaz długo przez wodę przepuszczamy, to część jego rozpuści się w wodzie, która z tego powodu nabierze nieco kwaskowatego smaku: będzie to jakby woda sodowa, w której jednak jest mało gazu. Tak właśnie robią wodę sodową, lecz dwutlenek węgla gwałtem w nią wtłaczają i utrzymują w szczelnie zamkniętych butelkach lub syfonach.

A teraz przepuszczajmy dwutlenek węgla przez wodę wapienną. Pamiętajmy, co będzie: woda zmętnieje, utworzy się w niej biały proszek. Ten proszek powstaje z połączenia dwutlenku węgla z wapnem. A czemże jest takie połączenie? — Ano, wapieniem. Otrzymaliśmy proszek wapienia sztucznie. Jeżeli jednak będziemy dalej przepuszczali dwutlenek węgla, to woda wapienna znowu stanie się przezroczysta i bezbarwna, proszek wapienny z niej zniknie. Doświadczenie to poucza nas, że woda zawierająca dużo dwutlenku węgla rozpuszcza w sobie wapień. Tą właśnie drogą wapno dostaje się do wód gruntowych, skąd czerpią je różne rośliny. Jest wiele roślin, które do dobrego wzrostu i wykształcenia nasion potrzebują koniecznie wapna. Gdzie wapna jest w gruncie mało, tam rosną one słabo. Dlatego to grunta ubo-

Rys. 64.

gie w wapno powinniśmy wapniować. W tym celu posypujemy je zwykłym miałem wapiennym. Miał wapienny należy rozsypywać równo na ziemię wilgotną po rosie lub deszczu. Szczególniej koniczyny, grochy i drzewa owocowe wymagają dużo wapna w gruncie; tylko łubin wapiennego gruntu nie znosi.

U nas kreda występuje głównie w dwóch miejscach: pod Chełmem w Lubelskiem i pod Łabnem w Suwalskiem. W kredzie często spotkać można bryły kamienia lub piaskowca, co dziwić nas nie powinno, gdyż i krzemień i piaskowiec powstały na dnie morskiem, to jest tam, gdzie się osadziła także kreda.

Znacznie mniej podobny do zwykłego wapienia, niż kreda, jest marmur. Jest to piękna skała, barwy jednostajno szarej, białej, czarnej lub też w rozmaity sposób żyłkowana. Marmur jest twardszy od kredy i zwykłego wapienia, daje się wybornie rzeźbić i wykuwać dłótem i doskonale się wygładza. Szczególniej ładnym, błyszczącym staje się po wygładzeniu. Tworzy on również pokłady, choć nie tak rozległe, jak wapień zwyczajny.

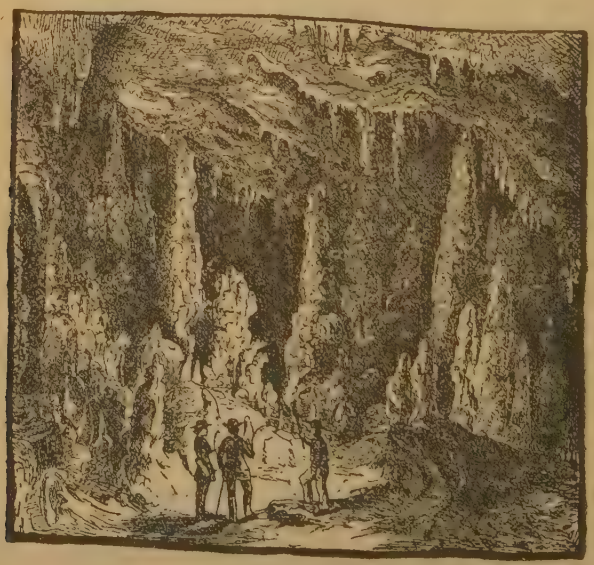
Marmury jednostajnej białej barwy idą na posągi; znajdują się one we Włoszech (marmury kararyjskie) i Grecji. Inne gatunki marmurów używają się na nagrobki rzeźbione, schody, stoły, słupy ozdobne (kolumny), posadzki i t. p. U nas bardzo ładne marmury kopią w Kieleckiem, szczególniej w Chęcinach, gdzie też jest fabryka wyrobów marmurowych.

Marmur tem jeszcze różni się od wapienia zwyczajnego, że składa się z drobniutkich, kończystych ziarneczek, czyli kryształów. Szczególniej wyraźnie znać kryształki w marmurach białych, które wyglądają jak kawałki cukru. Zresztą marmur posiada ten sam skład, co inne wapienie; tak samo burzy się od kwasu i wydaje ze siebie dwutlenek węgla, a na ogniu wypala się na wapno. Warstwy marmuru tworzą najczęściej żyły wśród wapienia zwykłego, co dowodzi, że skała ta musiała powstać ze zwyczajnego wapienia.

Często i w marmurze i w zwykłym wapieniu można spotkać większe lub mniejsze bryły kamienia wapiennego zupełnie przezroczystego, o ściankach gładkich, błyszczących a równiutkich, jakby je kto wystrugał. Jest to wapień krystaliczny, zwany inaczej kalcytem. W takich kryształach, rozmaitej wielkości i postaci, wydziela się zazwyczaj wapno, rozpuszczone w wodzie.

Jest jeszcze jeden rodzaj kamienia wapiennego, spotykany i w naszym kraju, mianowicie wapień naciekowy albo stalaktytowy. Ta ostatnia nazwa pochodzi stąd, że kamień ten tworzy najczęściej sople i słupy (stalaktyty), zwieszające się ze stropów jaskiń podziemnych.

W wielu okolicach ziemi, między innemi u nas w Ojcowie i pod Olsztynem, znajdują się w skałach wapiennych obszerne



Rys. 65.

jamy, czyli jaskinie podziemne, wypłókane przez wodę podziemną. W takich właśnie jaskiniach często bardzo ze stropu zwieszają się białe sople wapienia najrozmaitszej wielkości. Jedne są maleńkie jak palec, inne dochodzą do łokcia i więcej grubości. Pod każdym soplem, czyli stalaktytem, widać na ziemi rozpłaszczoną masę wapienia, zwaną stalagmitem. Gdzieniegdzie stalaktyty górne prawie łączą się z dolnemi; w innych miejscach zlewają się zupełnie — i wtedy tworzą słupy wapienne najdziwaczniejszej postaci, grube na kilka łokci. (Rys. 65).

Prześliczny jest widok takiej jaskini z soplami zwieszającemi się ku dołowi, z licznemi słupami, podpierającemi jej wysokie sklepienie. Gdy wejdziesz tam z zapalonem łuczywem, blask jego, padając na załomy ścian i słupów, nadaje im przedziwny, prawdziwie czarowny wygląd. W jaskini ojcowskiej, zwanej „Królewską", z powodu że tam ukrywał się przed wrogiem dzielny Władysław Łokietek, sople i nacieki wapienne w jednem miejscu tworzą zupełnie wyraźny obraz sarny, zawieszonej na ścianie — co nazywają „śpiżarnią królewską"; gdzieindziej oglądamy tam „kuchnię królewską" — rodzaj przyrodzonego kominka, nad którym po wstawieniu pochodni błyszczą dwa wielkie dymiące się otwory.

Skąd się wzięły w głębi ziemi owe sople i słupy wapienne? Osadziły się one z wody.

Wiemy, że woda gruntowa, zawierająca zawsze dwutlenek węgla, rozpuszcza w sobie wapno. Taka woda, przesączając się przez pokład wapienia, dochodzi powoli do jaskini i tutaj kroplami zwiesza się ze stropu, a wreszcie spada na dół. Za pierwszą kroplą spływa druga, trzecia i dziesiąta, i powtarza się to przez setki i tysiące lat. A każda kropla zawiera w sobie trochę wapna, które osadza się z niej przy wysychaniu. Część wapna osadza się z góry, część spada z kroplą i osadza się u dołu. Z górnego osadu powoli powstaje sopelek, który rośnie, powiększa się, grubieje, wreszcie zczasem zrasta się z dolnym osadem i daje słup. Teraz krople wody spływają już bokami słupa i osadzając na nim wapno, przyczyniają się do jego grubienia. Praca nieustanna a wytrwała spadającej kroplami wody prawdziwych cudów dokazuje. Łatwo przewidzieć, że

przy ciągłem osadzaniu się wapna przyjść musi czas, kiedy jaskinie wypełnią się i znikną.

Tak to woda nurtuje wciąż w głębi ziemi, rozpuszcza jedne materjały, osadza inne, wywołując w skorupie ziemskiej olbrzymie zmiany. Szczególniej łatwo rozpuszcza w sobie wapno woda gorąca, ale osadza je napowrót po ostygnięciu. To też często przy źródłach gorących wapno osiada z wody w postaci drobnych ziarneczek, miału lub skorup, dając różne odmiany nacieku wapiennego.

XI. Gips.

Gips jest ciałem złożonem z wapnia, siarki i tlenu. Zazwyczaj widujemy gips w postaci białej mąki gipsowej albo białej masy, z której robią różne ozdoby i figury. Taki gips jednak nie jest przyrodzonym, lecz otrzymuje się sztucznie. Gips surowy kopie się z pokładów gipsowych, leżących w głębi ziemi. Zwykle ma postać brył szaro-żółtawych, miękkich, nawpół przejrzystych, kruchych, łatwo łupiących się na blaszki z gładkiemi, połyskującemi ściankami. Pokłady gipsu występują u nas w dolinie Nidy (w okolicach Buska, Wiślicy), we wschodniej Małopolce i na Górnym Śląsku.

Odłammy nożykiem blaszkę surowego gipsu i rzućmy ją do wody: tonie szybko, gdyż gips jest cięższy od wody.

Drugi kawałek gipsu wrzućmy do wody i zagotujmy nad lampką. Pozornie zdawać się będzie, że gipsu nie ubyło, że więc nie rozpuszcza się on w wodzie. Rzeczywiście, rozpuszcza się gips bardzo niewiele, ale jednak trochę się rozpuszcza.

Możemy się o tem łatwo przekonać, jeżeli do doświadczenia weźmiemy wodę miękką. Po zagotowaniu z kawałkami gipsu woda ta stanie się twarda, nie będzie rozpuszczała w sobie mydła. Mówiliśmy w rozdziale o wodzie, jak się możemy przekonać, czy woda jest twarda. Otóż woda, w której rozpuszczony jest gips, zowie się twardą. Taka woda jest niesmaczna,

jakby słonawa, gorzkawa, do picia i gotowania niezdatna. Naprzykład groch w wodzie twardej nie daje się gotować. Ale zato woda mająca w sobie gips jest pożywna dla roślin, które gipsu potrzebują na pożywienie.

Szczególniej koniczyny pięknie rosną na gipsowanej ziemi. Znali to ludzie oddawna, ale nie wszyscy chcieli temu wierzyć. Tak więc opowiadają, że Benjamin Franklin, sławny obywatel i uczony amerykański, napróżno przekonywał swoich ziomków, jak zbawiennie wpływa gips na wzrost koniczyny. Wreszcie użył takiego sposobu: na polu swojem w miejscu widocznem zasiał koniczynę i na niej nieznacznie wysypał mąką gipsową napis: „Tu posypano gipsem“. Napisu tego oczywiście nie było znać; ale gdy wszystka koniczyna wyrosła, na miejscu, gdzie był gips, rozwinęła się tak bujnie, że była dwa razy wyższa, niż na całem polu — i wtedy wystąpił z tej koniczyny napis: „Tu posypano gipsem“.

Dziś każdy porządny rolnik wie, jak dobrze wpływa gips na koniczynę, i bardzo wielu nie żałuje paru złotych kosztu na gipsowanie.

Spróbujmy teraz, co się stanie z gipsem na ogniu. Kładę kawałek gipsu surowego do suchej próbówki i ogrzewam. Gips zaczyna trzaskać, bieleje, łupie się na blaszki, a jednocześnie na ściankach próbówki zbierają się kropelki wody. Skąd się tu wzięła woda? Oczywiście, z gipsu; chociaż był on zupełnie suchy, ale w składzie swym miał wodę, która wydziela się przy ogrzewaniu.

Gdybyśmy ten gips przepalony zmełli na proszek, otrzymalibyśmy mąkę gipsową, czyli gips palony, jaki zwykle sprzedają w składach aptecznych.

Nasypmy takiego gipsu palonego na talerz, dolejmy wody, jakbyśmy chcieli zagnieść miękkie ciasto na kluski, wymieszajmy dobrze patykiem i zostawmy w spokoju. Po kilku minutach owo ciasto gipsowe zacznie jakby schnąć, rozgrzeje się i stwardnieje na biały, dość twardy kamień. Możnaby myśleć, że gips stwardniał z powodu wyschnięcia; ale przyczyna tu jest inna. Woda tutaj nietylko nie ulotniła się—na co nawet nie miała cza-

su — ale przeciwnie, złączyła się z gipsem palonym i dała z nim twarde ciasto.

Wyrzućmy to ciasto gipsowe ze spodka — okazuje się, że posiada ono akurat taką postać, jak wewnętrzna powierzchnia spodka, a to dlatego, że gips dokładnie wypełnia naczynie, w którem się znajduje.

Z tej własności ciasta gipsowego korzystają ludzie, żeby robić odlewy gipsowe.

W kościołach i ozdobnych mieszkaniach często można widzieć na pułapie lub ścianach piękne ozdoby, gzymsy, wierzchołki słupów, jak gdyby ręką wyrzeźbione. Nie są one jednak rzeźbione, lecz odlane z gipsu. Dla zrobienia odlewu gipsowego, bierze się formę wklęsłą przedmiotu, który chcemy odlać, smaruje się ją tłuszczem (np. oliwą) i napełnia ciastem gipsowem, świeżo zrobionem. Po stwardnieniu odejmujemy gips od formy—i odlew gotów. Mając naprzykład formę wklęsłą Matki Boskiej, robią gipsowy odlew Matki Boskiej; z wklęsłej formy, przedstawiającej podobiznę Kraszewskiego, Mickiewicza, Kościuszki i innych sławnych mężów, robią ich odlewy. Z jednej formy można robić setki odlewów gipsowych — i dlatego są one bardzo tanie.

Można nawet robić odlewy z twarzy ludzi żyjących lub nieboszczyków. W tym celu smarują twarz człowieka mocno oliwą i nakładają równo ciasta gipsowego. Po stwardnieniu otrzymuje się wklęsłą formę, jakby pieczątkę wklęsłą twarzy człowieka. Gdy forma gipsowa wklęsła zupełnie stwardnieje, smaruje się ją oliwą i nalewa do niej znowu ciasta gipsowego. Po wyjęciu z formy będziemy mieli wypukły odlew, przedstawiający dokładną podobiznę danego człowieka. W ten sposób robią maski pośmiertne sławnych ludzi.

Często sprzedają gipsowe medale, popiersia i całe figury Matki Boskiej, Świętych Pańskich albo sławnych ludzi, np. Sobieskiego, Staszyca, Pola. Medale odlewają się w formach wklęsłych pojedyńczych. Popiersia i całe figury odlewają się w formach podwójnych, składanych, z których jedna przedstawia przednią, a druga tylną połowę figury, albo jedna prawą stronę, a druga — lewą. Po zrobieniu obu form składa się je, zostawiając szparę do nalania gipsu. Nalawszy gipsu, odejmujemy obie połówki formy — i odlew gotów.

Kto ma czas i ochotę, może sobie sam robić wklęsłe formy gipsowe różnych medali i z nich potem otrzymywać odlewy. Przy robieniu formy gipsowej trzeba pamiętać, żeby dokoła me-

talu zrobić szczelnie przystający brzeżek, dla zatrzymania gipsu; przy nalewaniu zaś gipsu metal czy forma powinny być dobrze wysmarowane oliwą, bo inaczej gips tak przystaje, że potem oderwać go nie można.

Ciasta gipsowego używa się jeszcze do tak zwanych opatrunków gipsowych po złamaniu kości ręki lub nogi. Części złamanej kości, np. ręki, lekarz dokładnie napowrót zestawia, żeby do siebie pasowały, a potem obwija rękę opaską płócienną i oblewa dokoła gipsem. Gips twardnieje i utrzymuje części kości na miejscu, przez co łatwiej się zrastają.

Odmianą gipsu jest *alabaster*, barwy białej lub różowej, służący również na odlewy i rzeźby.

XII. Siarka.

W aptekach i składach aptecznych sprzedają siarkę albo w proszku, albo w walcowatych kawałkach. Siarka w proszku, zwana kwiatem siarczanym, składa się z drobniutkich prawidłowych ziarnek, czyli kryształków; takiej siarki używa się zwykle na lekarstwo dla psów i innych zwierząt.

Siarka w kawałkach walcowatych zowie się siarką rafinowaną, czyli oczyszczoną. W ziemi jednak siarka najczęściej bywa pomieszana z gliną lub piaskiem; taką ziemię zowiemy siarczaną i z niej wytapiamy siarkę. Wytopiona siarka wlewa się do form rurkowych, w których zastyga. Często siarka surowa spotyka się także w prawidłowych kryształkach pięknej żółtawej barwy, z mocnym połyskiem.

Pokłady siarki znajdują się w wielu miejscach na ziemi. U nas jest we wsi Czarkowach nad Nidą i niedaleko Krakowa w Swoszowicach, gdzie ją w nowszych czasach zaczęto znowu wydobywać. Słynne są kopalnie siarki na włoskiej wyspie Sycylji, skąd wielkie jej ilości co rok wykopują.

Dostawszy kawałek siarki, poznajmy się bliżej z własnościami tego niezmiernie ciekawego ciała.

Widzimy, że siarka jest dość lekka, żółta, z połyskiem słabym, jakby była tłuszczem posmarowana. Za uderzeniem łatwo się kruszy i rozbija w ostry proszek.

Jeśli długo kawałek siarki trzymamy w ręku, zaczyna trzeszczeć; ten suchy trzask pochodzi od pękania siarki przy ogrzaniu ciepłem ręki.

Potrzyjmy siarkę o sukno i zbliżmy do drobnych kawałeczków papieru, korka, drzewa lub słomy: wszystkie te kawałki będą żwawo przyskakiwały do siarki, jakby je ona do siebie ciągnęła. Rzeczywiście, siarka potarta nabiera osobliwej siły, zwanej elektryczną, zapomocą której przyciąga inne ciała. Gdybyśmy duży kawał siarki natarli w izbie suchej, ciepłej a ciemnej i zbliżyli do tej siarki palec — z siarki wyskoczyłaby ognista iskierka i ukłułaby nas w palec. Taka iskierka elektryczna jest jakby małym sztucznym piorunem; pioruny prawdziwe są również iskrami elektrycznemi, lecz wielkiemi, pochodzącemi z chmur.

Wrzućmy kawałek siarki do wody i mieszajmy jak cukier, a nawet ogrzewajmy: siarki nie ubędzie; a zatem siarka czysta nie rozpuszcza się w wodzie. Ale jest wiele związków siarki z innemi ciałami rozpuszczalnych w wodzie. Kupmy w aptece za kilka groszy wątroby siarczanej, sinego kamienia lub koperwasu żelaznego. Każde z tych ciał zawiera w sobie siarkę, a wszystkie rozpuszczają się w wodzie. To też w wodzie gruntowej zawsze znajduje się niewielka ilość siarki. Siarka ta niezbędna jest dla roślin i zwierząt, gdyż wchodzi w skład ich ciała, mianowicie w skład białka, z którego ciała żywe są zbudowane. Po śmierci rośliny czy zwierzęcia ciało ich rozpada się na różne gazy, z których jeden zawiera dużo siarki, połączonej z wodorem. Gaz ten zowie się **siarkowodorem.** Ma on wstrętny zapach, a w dużych ilościach jest nawet mocno trujący. Ten siarkowodór czuć właśnie przy wąchaniu zepsutego jajka lub zgniłego mięsa. On też wychodzi ludziom z kanału pokarmowego, szczególniej przy niestrawności. Zdarzały się wypadki, że ludzie, oczyszczający miejsca ustępowe w dużych miastach, ginęli od siarkowodoru. Dlatego to studnie, leżące w pobliżu gnojówek i ustępów, mają wodę cuchnącą, niezdrową, zatrutą.

Gdzieniegdzie spotykają się źródła z wodą, zawierającą z natury dużo siarki. Takie wody siarkowe lub siarczane leczą wrzody, skrofuły, reumatyzm i inne ciężkie choroby — i dlatego używają się na lekarstwo do picia lub kąpieli. U nas słyną z wód siarczanych Busk i Solec w Kieleckiem; pod Karpatami leżą Lubień, Swoszowice, Truskawiec, Iwonicz, Rymanów, gdzie są kąpiele lecznicze i woda siarczana do picia. W miejscowościach tych czuć w powietrzu zapach siarkowodoru; zarazem gaz ten działa na rzeczy srebrne, łączy się ze srebrem, pokrywając je czarnym nalotem: siarczkiem srebra. Wogóle srebrne zegarki, łańcuszki, pierścionki, lichtarze i pieniądze łatwo czernieją wskutek łączenia się ze srebrem siarki, która jest w siarkowodorze. A siarkowodoru w powietrzu mało gdzie brakuje.

Jeżeli kawałek siarki włożymy do próbówki i będziemy ogrzewali, to bardzo prędko roztopi się ona w płyn jasno-żółty. Prowadząc dalej ogrzewanie, zobaczymy, że płyn ten zacznie ciemnieć i gęstnieć, a wreszcie stanie się tak gęsty i lepki, że nie da się wylać z próbówki, nabrany zaś na patyczek będzie się ciągnął w długie a cienkie niteczki.

Potem znów płyn ten zrzednieje i zacznie się gotować, wydzielając gęste kłęby żółtawego dymu. Gdybyśmy ten dym siarkowy zebrali na chłodny talerz, osiądzie on w postaci kwiatu siarczanego. Ale trzeba być ostrożnym, bo dym siarkowy łatwo się zapala i może rozsadzić próbówkę.

Okazało się więc, że siarka od mocnego ciepła topi się, a potem się nawet ulatnia. Gdy siarkę płynną wylejemy na miseczkę, zastyga napowrót w siarkę stałą.

Zróbmy teraz inaczej.

Kawałek siarki wkładamy na chwilę do ognia: siarka natychmiast się zapala, pali się niebieskim płomykiem, topi się i kapie, a pali się tak silnie, że z trudnością można ją zadmuchnąć. Widzimy więc, że siarka jest ciałem palnem, łatwo zapalającem się i palącem się długo.

Gaz, który wydziela się przy paleniu siarki, oczywiście jest związkiem siarki z tlenem powietrza. Inaczej zowie się on dwutlenkiem siarki, gdyż dwie części na objętość tlenu łączą się z jedną częścią siarki. Dwutlenek siarki ma mocny, duszący

zapach, taki sam, jaki czuć przy paleniu zwyczajnych zapałek siarkowych. Ten gaz siarkawy ma jeszcze jedną ciekawą własność, o której zaraz się przekonamy.

Weźmy parę kwiatków barwnych: fiołek, różę czerwoną lub mak, zwilżmy je wodą i włóżmy do szklanki. A teraz na miseczkę połóżmy rozżarzony węgiel, nasypmy siarki i gdy się już zacznie wydobywać ów gaz siarkowy, nakryjmy wszystko szklanką z naszemi kwiatami. Po upływie paru minut kwiaty zbieleją zupełnie, stracą barwę. Kto nie wierzy, niech sobie to sam sprawdzi choćby tak, jak pokazuje rys. 66 *).

Rys. 66.

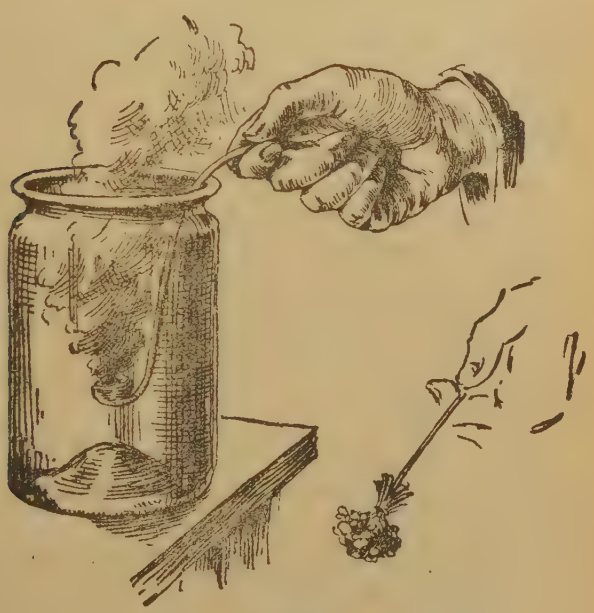
Na tej zasadzie używa się siarki do bielenia i czyszczenia różnych materjałów, np. słomy. Kto chce odnowić sobie stary, sczerniały kapelusz słomkowy albo wywabić plamę z jagód na chusteczce, niech je zwilży i potrzyma nad palącą się siarką. (Rysunek 67).

Dwutlenek siarki używa się jeszcze do zabijania żyjątek, które sprowadzają choroby zaraźliwe. Chcąc np. oczyścić od zarazy, czyli odkazić ubranie chorego, moczymy je w wodzie i trzymamy nad gazem z palącej siarki. Chcąc odkazić izbę, w której leżał chory na szkarlatynę, odrę, ospę, lub inną chorobę zarazkową, trzeba na

*) Dwutlenek siarki, czyli gaz siarkawy, jest bardzo szkodliwy dla zdrowia, dlatego też doświadczenia z tym gazem należy robić przy otwartem oknie.

blasze położyć rozżarzonych węgli, nasypać na nie siarki, postawić garnek z gotującą się wodą, żeby z niego dużo pary wychodziło, i zamknąć szczelnie izbę. Wówczas gaz siarkawy z parą wodną wedrą się wszędzie i zarazki chorobowe zabiją.

Dwa główne pożytki praktyczne mamy z siarki: używamy jej do wyrobu prochu strzelniczego i zapałek. O zapałkach opowiemy później; teraz zobaczymy, jak się robi proch.



Rys. 67.

Proch składa się z drobnych, do maku czarnego podobnych ziarnek, które gwałtownie wybuchają przy zetknięciu z rozżarzonym węglem. Wybuch pochodzi stąd, że zapalony proch daje wielką ilość gazów, które rozchodzą się z ogromną siłą na wszystkie strony. Kto miał do czynienia ze strzelbą, wie, że do lufy sypie się miarkę prochu, przyciska się przybitką. Potem sypie się miarkę śrutu, który też przyciska się przybitką z pakuł. Na brandkę strzelby zakłada się kapiszon, dający ogień po spa-

dnięciu kurka. Ogień wchodzi w brandkę, zapala proch—proch wybucha i gazy jego z gwałtownością i siłą wyrzucają śrut.

To samo mniej więcej jest w strzelbach odtylcowych i rewolwerach z gotowemi ładunkami, tylko że w nich kapiszon, proch i śrut (lub kula) znajdują się razem w rurce ładunku.

Taki proch robi się z trzech materjałów: siarki, saletry i węgla. Saletra jest ciałem podobnem do soli, zawiera w sobie dużo tlenu i natychmiast wybucha, jeśli się zetknie z rozżarzonym węglem. Łatwo to sprawdzić, wziąwszy kawał węgla drzewnego, wydrążywszy go i nasypawszy do wydrążenia suchej saletry. Po dotknięciu rozżarzonym patykiem saletra gwałtownie rozpala się, gotuje, węgiel pali się jaskrawo—gotuje się to wszystko jak w kotle.

Biorą tedy na proch pewną ilość proszku saletrzanego, mielonej siarki i proszku z węgla drzewnego, mieszają to wszystko razem i mielą na drobniutki pył. Potem rozrabiają tę masę wodą na miękkie ciasto i przecierają ją przez sita. Otrzymane ziarnka suszą na powietrzu, mieszają z sadzami angielskiemi dla połysku — i otrzymują proch do strzelania.

Trzy materjały wchodzące w skład prochu mają każdy inne znaczenie: węgiel najłatwiej rozpala się i żarzy od iskry kapiszona, od węgla zapala się i rozkłada saletra, dostarczając tlenu do spalenia siarki. Z tego wszystkiego powstają gazy, wychodzące gwałtownie z lufy.

Wspominaliśmy, że jest wiele ciał zawierających siarkę: pochodzi to stąd, że siarka bardzo łatwo tworzy związki z najrozmaitszemi ciałami. Widzieliśmy, że siarka złączona z tlenem daje duszący gaz siarkawy, czyli **dwutlenek siarki**; w połączeniu z wodorem daje cuchnący **siarkowodór**. A znów siarka połączona z wodorem i tlenem daje jeden z najmocniejszych kwasów, zwany siarkowym lub siarczanym. Znamy go też pod nazwą **witrjolu**. Czysty **kwas siarkowy** przedstawia się jako płyn gęsty, bezbarwny lub żółtawy. Straszny to kwas! Jeśli kroplę jego puścimy na papier lub drzewo, to w jednej chwili psują się one i czernieją; na suknie kwas siarkowy wygryza odrazu dziury; gdy padnie na ciało człowieka, wyżera groźne rany.

Jak mocno psuje kwas siarkowy ciała, pochodzące z roślin

lub zwierząt, pokazuje takie doświadczenie. Do szklanki sypię cukru miałkiego, nalewam ostrożnie kwasu siarkowego i mieszam rureczką szklaną; cukier natychmiast robi się brunatnym, potem czernieje, rozgrzewa się, wzdyma jak piana i zamienia się w czysty, czarny węgiel.

Wszystkie te zmiany pochodzą głównie stąd, że kwas siarkowy nadzwyczaj chciwie łączy się z wodą. Łączy się nawet z parą wodną, unoszącą się w powietrzu. Jeśli postawimy kwas siarkowy w butelce otwartej, po pewnym czasie okaże się go więcej, niż było, gdyż wciągnie on z powietrza parę wodną. Chcąc, żeby nam się okna nie pociły w zimie, wstawiamy między podwójne szyby miseczki z kwasem siarkowym, który parę wodną pochłania i nie daje jej zamarzać na szybach. Gdy wlewamy witrjol do wody, łączą się one zaraz i mocno ogrzewają. Pamiętać należy: nie lać nigdy wody do witrjolu, bo woda tak szybko łączy się z witrjolem, że rozgrzewa się mocno, zamienia się w parę i wybucha, rozbryzgując piekący kwas na wszystkie strony. A broń Boże, żeby kropla kwasu siarkowego dostała się do oka—ślepota pewna! Zdarzają się wypadki wypicia kwasu siarkowego; od tego następuje najstraszniejsza śmierć w okropnych męczarniach, pochodzących z oparzenia całego kanału pokarmowego.

Pomimo niebezpieczeństw, jakie przedstawia kwas siarkowy, jest on cennym materjałem, niezbędnym w wielu gałęziach przemysłu, i dlatego wyrabiają go w ogromnych ilościach. Gospodarz może się z tym kwasem spotkać przy budowie domów, stodół, stajni. Chcąc mianowicie zabezpieczyć drzewo budulcowe od niszczącego grzyba drzewnego, dobrze jest belki, deski, krokwie i t. p. smarować kwasem siarkowym. Powtarzam jednak, że przy smarowaniu trzeba być bardzo ostrożnym, żeby czasem kwas nie prysnął w oko lub na ciało.

Żelazo, miedź i inne metale rozpuszczają się zupełnie w kwasie siarkowym, a właściwie łączą się z nim, dając ciała zwane solami siarczanemi, albo siarczany. Taką solą siarczaną żelaza jest zielonawy koperwas żelazny, czyli siarczan żelaza; solą siarczaną miedzi jest niebieski koperwas miedziany, czyli siny kamień, albo inaczej siarczan miedzi. Koperwasu żelaznego używają np. szew

cy do czernienia skór; roztwór sinego kamienia używa się do oczyszczania nasion, a także w połączeniu z wapnem, pod nazwą cieczy bordoskiej, do skrapiania drzew owocowych, dla wyniszczenia szkodliwego grzybka na owocach i liściach.

Wiele ciekawych szczegółów o siarce znajdą czytelnicy w książeczce Zofji Rudnickiej p. t. „Siarka".

XIII. Fosfór.

Wątpię, żeby kto z czytelników widział kiedy czysty fosfór, ale każdy prawie miał w ręku zwyczajne zapałki siarkowe. Mają one tę własność, że przy pocieraniu o chropowatą powierzchnię dają błyszczący ślad i zapalają się: jeśli zaś są wilgotne, to za potarciem w ciemności słabo błyszczą, wydzielając białawy, niemile pachnący dym. To ciało, które zapala się przy pocieraniu zapałek i błyszczy w ciemności, jest właśnie fosforem.

Czysty fosfór otrzymuje się sztucznie z tych ciał, które go w sobie zawierają, głównie zaś z kości.

Spalmy kawałek kości. Początkowo otrzymamy czarną, zwęgloną masę; ale potem wszystek węgiel z kości wypala się i pozostaje masa kostna biała, lekka, tak krucha, że rozciera się w palcach. Masa ta składa się głównie z wapna i fosforu. Dla otrzymania fosforu, ogrzewają przepalone kości z węglem i z piaskiem w piecu elektrycznym. Zebrany w postaci płynnej fosfór wlewa się w formy, gdzie zastyga w żółte, miękkie laseczki.

Główną własnością fosforu jest jego nadzwyczaj łatwa palność. Nawet bez ogrzania, leżąc w powietrzu, powoli spala się na powierzchni, łącząc się z tlenem powietrza, i wydaje przy tem słaby blask, zwany fosforycznym. Przy słabem ogrzaniu już się łatwo zapala. Dość lekkiego potarcia lub zadraśnięcia fosforu igłą, żeby się zapalił przy nieznacznem cieple, jakie wtedy powstaje.

Dla bezpieczeństwa więc fosfór trzymamy zawsze pod wodą, która przeszkadza mu łączyć się z tlenem powietrza.

Zaznaczyliśmy przy siarce, że wraz z fosforem używa się ona do wyrobu zwyczajnych zapałek. Dziś te zapałki zwyczajne, siarkowe, prawie już wyszły z użycia. Zapałka siarkowa, czyli siarniczka, składa się z drewienka z łebkiem, w którym znajdują się: siarka wewnątrz, potem fosfór, a na wierzchu warstewka gumy, chroniąca fosfór od zetknięcia z powietrzem. Przy pocieraniu zapałki najpierw ściera się guma i ogrzewa fosfór, potem ten fosfór się zapala, od niego pali się siarka i drewienko. Po zapaleniu siarniczki ukazuje się niebieski płomień siarki, a często nawet widać, jak siarka z łebka kapie.

Z powodu łatwej palności fosforu, siarniczki nie są dość bezpieczne, nieraz bywały przyczyną pożaru, i dlatego dziś zastąpiono je zapałkami innemi, które zapalają się dopiero po potarciu o bok swojego pudełka. Łebek takich zapałek, zwanych szwedzkiemi, bo w Szwecji zaczęto je najpierw wyrabiać, składa się z masy palnej, zawierającej sól Bertholleta, ale nie mającej fosforu. Fosfór zaś jest na bocznej, chropowatej ściance pudełka. Przytem jest to inna odmiana fosforu, zwanego czerwonym, który nie tak łatwo się zapala.

Wyrób zapałek ogromnie się rozwinął w ostatnich czasach. Niegdyś zamiast nich używano do rozniecenia ognia krzemienia, krzesiwka stalowego i hubki. Praca w fabryce zapałek jest niemiła, a co gorsza, niebezpieczna i szkodliwa. Robotnicy muszą wciąż oddychać parą fosforu, a fosfór jest mocną trucizną. Jeśli rozpalony fosfór dostanie się na ciało, wygryza zjadliwą, trudno gojącą się, a często śmiertelną ranę.

Niebezpieczne jest nawet upadnięcie na rękę rozpalonej główki zapałki siarkowej, może bowiem wywołać gangrenę. Również zabójczo działa fosfór użyty wewnątrz; otrucie fosforem sprowadza śmierć w ciężkich męczarniach.

A jednak ten sam fosfór, który w stanie czystym jest dla nas straszną trucizną, stanowi niezbędną część składową naszego ciała. Wszystkie części ciała ludzkiego i zwierzęcego — mięśnie, mózg i nerwy, kości, zęby, krew, mleko — zawierają w sobie pewną ilość fosforu. Szczególniej dużo jest go w kościach, w zębach i mózgu. Gdy w kościach jest za mało związków fosforu, stają się one miękkie; ta miękkość zowie się cho-

robą angielską kości. Dzieci z chorobą angielską mają zwykle powykręcane nóżki, a często skrzywienie kręgosłupa, wywołujące garby; takim dzieciom doktór przepisuje lekarstwo, zawierające fosfór z wapnem.

Wszystek ten fosfór, jaki mają w sobie ludzie i zwierzęta rzeczywiście dostaje się do ich ciała z pokarmem, pochodzącym z innych zwierząt lub roślin. Że zaś wołom, baranom, kurczętom i t. p. zwierzętom jadalnym dostarczają pożywienia rośliny, przeto ostatecznie wszystek ten fosfór przechodzi do zwierząt z roślin.

Rzeczywiście, rośliny zawierają w sobie większą lub mniejszą ilość fosforu. Szczególniej dużo go jest w nasionach roślin — więc w ziarnach zbóż, w grochu, fasoli i t. d.

To samo tłumaczy, dlaczego rośliny rozwijają się słabo w ziemi nie mającej w sobie dość fosforu. Takiej ziemi dostarczamy fosforu w nawozach naturalnych, a szczególniej w różnych nawozach sztucznych, jak superfosfat, tomasówka, fosforyty mielone, mąka kostna. Każdy z tych nawozów zawiera znaczną ilość fosforu.

W ciałach tych, zarówno jak w gruncie i wodzie gruntowej, fosfór znajduje się w postaci różnych związków. Najważniejszym z nich jest kwas fosforowy, w którego skład wchodzą fosfór, wodór i tlen. Kwas fosforowy może znów łączyć się z różnemi ciałami, również niezbędnemi dla roślin, jak potas, sód, wapno, magnezja, które z nim razem dostają się do roślin i służą do budowy ich ciała.

O jednym jeszcze związku fosforu musimy wspomnieć, chociaż nie jest on ważny, tylko zato dość ciekawy. Nazywa się fosforowodorem i, jak pokazuje nazwa, jest połączeniem fosforu z wodorem. Jest to płyn, który łatwo ulatnia się i ulatując zapala się w powietrzu bladym płomykiem.

W banieczce ogrzewam ostrożnie kawałek fosforu z roztworem ługu potasowego. Przez rurkę wydziela się gaz kółeczkami, które zapalają się w powietrzu. Otóż gaz ten powstaje i sam w przyrodzie, tam, gdzie pod ziemią gnije ciało zwierzęce, kości i t. p. Nieraz słyszymy o błędnych ognikach, skaczących po mogiłach umarłych. Ludzie zabobonni lub nieświadomi rzeczy

uważają te ogniki za dusze pokutujące lub za świece, zapalające się przy umarłych. Takie same ogniki ukazują się często po moczarach, bagnach i trzęsawiskach; przeskakują one z miejsca na miejsce, to zapalają się, to gasną, napędzając nocą wielkiego strachu ludziom lękliwym. Powiadają, że te ogniki palą się na błotach tam, gdzie są ukryte skarby, ale że djabeł pilnuje tych skarbów i odwodzi na trzęsawę śmiałka, który się do nich zbliży, a potem goni po bagnach uciekającego. I prawda. Gdy szybko podchodzić do ognika—odsuwa się on pędem powietrza; gdy zaś uciekać—posuwa się za pędem. Wszystkie te sztuki i strachy wyprawia niewinny gaz, który nazwaliśmy fosforowodorem. Gaz ten tworzy się i ulatuje z trupów spoczywających w mogiłach lub gnijących na błocie zwierząt.

Jeśli wam się zdarzy kiedy zobaczyć taki błędny ognik, nie lękajcie się go napróżno, nie uciekajcie przed nim, lecz przyglądajcie mu się ciekawie, jest to bowiem prawdziwie ładne zjawisko.

XIV. Sól kuchenna.

Z tylu różnorodnych minerałów jedna tylko sól kuchenna, zwana pospolicie wprost solą, stanowi niezbędną część pożywienia ludzkiego. Niemasz takiego narodu na świecie, któryby nie używał soli; tam, gdzie jej brak na miejscu, sprowadzają ją z dalszych okolic. W niektórych krajach Afryki środkowej sól z powodu braku ceniona jest tak wysoko, że używają jej zamiast pieniędzy: człowiek idzie tam na targ obwieszony woreczkami soli, za które kupuje inne towary.

Nie jest sól oczywiście potrawą, pokarmem, ale jest przyprawą pokarmów, która nadaje im ostry, przyjemny smak, a zarazem dostaje się do krwi i rozpływa się z nią po całem ciele, w którego skład wchodzi. Wiadomo, że krew jest słona, łzy, mocz zawierają nawet dużo soli, a i we wszystkich innych częściach ciała sól się znajduje.

Nawet zwierzęta lubią sól. Sarny, jelenie, antylopy z da-

lekich stron ściągają do okolic, gdzie jest słona woda lub ziemia; krowy i owce chętnie jedzą paszę posoloną lub liżą sól, położoną dla nich w oborze; koniom aż się uszy trzęsą, gdy się dorwą do osolonej przed zawilgnięciem koniczyny.

Zwierzęta trawożerne znajdują zapas soli w różnych roślinach, mięsożerne — we krwi i mięsie zdobyczy.

Nietylko jednak za przyprawę sól nam służy. Używamy jej także do przechowywania w stanie świeżym mięsa, słoniny, ryb, masła, ogórków, grzybów i t. p. Działanie soli polega tutaj na tem, że zabija ona drobne grzybki (bakterje), wywołujące zgniliznę, i w ten sposób chroni pokarmy od zepsucia.

Niezmiernie ważnym pożytkiem soli jest używanie jej do kąpieli słonych, wycierań i t. p. Liczne zakłady kąpielowe na lądzie i nad morzem opierają się na leczniczych własnościach wody słonej. Sól leczy reumatyzm, osłabienia, zołzy (skrofuły) i wiele innych chorób. Takie kąpiele słone są np. w Ciechocinku, Rabce, Rymanowie, Birsztanach, Solcu, — a morskie w Sopotach, Połądze i wielu innych miejscach.

Rys. 68.

Wreszcie używa się soli do celów przemysłowych. Robią z niej sodę, kwas solny, używają w mydlarstwie, w hutach szklanych, w garncarstwie i w innych przemysłach.

Najczęściej kupujemy sól w postaci białego proszku, złożonego z ostrych bryłek. Ale sprzedają też sól w dużych bryłach, barwy białej, szarej, czerwonej, a nawet zielonawej i niebieskawej. Bryły te zazwyczaj są nieprawidłowe lub kanciaste, jakby z pozlepianych ze sobą kawałków złożone. Niekiedy można widzieć sól zupełnie przezroczystą, jak szkło, składającą się z wyraźnych kostek, czyli sześcianów, jak ten, który widzimy na

rysunku 68-ym. Wogóle, jeśli czystą sól uderzyć mocno młotkiem, to rozbija się na piękne kryształy sześcienne.

Nawet ten proszek solny, którego używamy do potraw, składa się z drobnych kryształków, bądź pojedyńczych, bądź zrośniętych w ramki i daszki czworokątne — jak to widać dobrze przez szkło powiększające. (Rys. 69).

Najważniejszą własnością soli jest jej smak odrębny, słony.

Drugą ważną własnością jest rozpuszczanie się soli w wodzie.

Do szklanki wody wrzućmy łyżeczkę soli i mieszajmy dobrze. Sól rozpuści się w wodzie w zupełności, to jest cząsteczki soli rozejdą się równomiernie pośród wody, przez co woda nabiera słonego smaku. Wodę taką nazywamy wodnym roztworem soli. Roztwór ten jest już dość mocny. Dodajmy soli drugą łyżkę, znowu mieszajmy: sól rozpuści się, a roztwór stanie się jeszcze mocniejszy.

Rys. 69.

Gdy jednak będziemy jeszcze więcej soli dodawali, wkońcu przestanie się ona rozpuszczać, choćbyśmy nie wiem jak mieszali, a nawet gotowali. Taki roztwór, w którym więcej soli rozpuścić się nie daje, nazywamy roztworem nasyconym. Różne inne ciała, rozpuszczone w wodzie, dają też roztwory nasycone.

Gdyby sól nie rozpuszczała się w wodzie, to oczywiście nie moglibyśmy jej używać do pokarmów; a zresztą nie miałaby żadnego smaku, bo czujemy smak tylko ciał rozpuszczalnych w wodzie i ślinie.

Weźmy teraz nasz roztwór solny nasycony: część jego wylejemy na łyżkę blaszaną lub miseczkę i będziemy ogrzewać.

Bardzo prędko roztwór zacznie się gotować, z nad łyżki ulatywać będą kłęby pary, na brzegu roztworu zaczną osiadać jakieś białe ziarenka. Potrzymajmy zdala nad łyżką zimny ta-

lerz, to osiądą na nim kropelki. Spróbujmy ich językiem — będą to zwyczajne kropelki wody, ale, o dziwo! wody niesłonej. A sól tymczasem pozostaje na łyżce, którą pokrywa białą skorupą. W taki sposób przez wygotowanie z roztworu solnego można oddzielić wszystką sól, która w nim była rozpuszczona. Nazywa się to odparowaniem roztworu. (Rys. 70).

Rys. 70.

Ale to samo stanie się i z roztworem pozostawionym przez nas w szklance, tylko stanie się powoli. Zostawmy szklankę w spokoju, włóżmy do niej kawałek sznurka i zajrzyjmy ostrożnie za kilka dni. Przekonamy się, że wody ubyło, ulotniło się nieco, a zato na dnie szklanki, na jej ściankach i na sznurku osiadły drobne sześcienne kryształki soli. Jeśli nie wierzycie, że to sól, wyjmijcie taki kryształek i spróbujcie go smakiem. Doświadczenie to podawaliśmy już wyżej, mówiąc o wodzie; ale nie szkodzi jeszcze raz je przerobić.

Zanim opowiemy dalej o soli, wskazać wam musimy jeszcze parę doświadczeń z solą.

Do suchej zupełnie próbówki wrzućmy nieco również suchej soli i trzymajmy nad płomieniem lampki spirytusowej. Sól zacznie trzeszczeć, pękać, podskakiwać, a na wewnętrznej ściance próbówki osiądzie woda. Dowodzi to, że sól, choćby najsuchsza, zawsze posiada w sobie nieco wody, ale woda ta jest tylko domieszana do soli, lecz nie połączona z nią chemicznie.

Dotknijmy bryły soli ręką — będzie ona zimna, jakby oślizgła, wilgotna; rzeczywiście sól ta będzie na powierzchni mokra, gdyż zawsze nasiąka wilgocią z powietrza. Wiadomo każdej gospodyni, że na wilgoć, na deszcz sól sama staje się mokrą. Kto chce, żeby mu się w zimie szyby nie pokrywały

zamrozem, niech między okna podwójne wstawi tutki z solą: sól będzie wciągała w siebie wilgoć, a jak przy dobrem opatrzeniu okien zamróz nie będzie miał z czego tworzyć się na szybach.

Weźmy nieco soli na dno próbówki i trzymajmy długo w ogniu lampki. Jeżeli będziemy mieli lampkę bardzo mocno grzejącą i próbówkę ze szkła trudno topnego, to czasami może się nam uda stopić sól na ciało płynne; przy jeszcze większem gorącu możnaby otrzymać parę z soli — tak samo, jak otrzymujemy parę z wody. Wewnątrz otworów gór ziejących ogniem, czyli wulkanów, często sól taka wydobywa się z głębi ziemi i osiada w kanale (kraterze) wulkanu.

Wrzućmy garstkę soli na blady płomień lampki spirytusowej—w tej chwili płomień zabarwi się na żółto. Jeśli zrobimy to w ciemności, to twarz i ręce nasze będą miały nieprzyjemną barwę szarą.

Najciekawsze doświadczenie z solą możemy tylko opisać, bo do niego trzeba mieć odpowiednie przyrządy.

Mówiliśmy wyżej, jak to zapomocą siły elektrycznej udało się uczonym rozłożyć wodę na dwa gazy: tlen i wodór. Otóż tak samo rozkładano sól kuchenną — i otrzymano z niej gaz zielonkawy, duszący i ciało stałe, miękkie, srebrzyste. Gaz ten nazywa się **chlorem**, a to drugie ciało — **sodem**. Okazało się tedy, że **sól kuchenna** jest ciałem złożonem, jest **związkiem** dwóch ciał innych, zupełnie do soli niepodobnych, mianowicie: **chloru z sodem**. Jest to więc chlorek sodu.

Chlor znajduje się też w wielu innych ciałach, jak naprzykład w tym chlorku, którego używają do prania bielizny i do wysypywania podczas panowania chorób zaraźliwych. Łatwo poznać ten gaz po zapachu słodkawym, duszącym, wywołującym mocny kaszel, a nawet krwotok.

Kiedy się uczeni zapomocą rozkładu przekonali, że sól kuchenna składa się z chloru i sodu, postanowili spróbować, co będzie, jeśli się te dwa ciała połączą. Do bańki tedy mieszczącej chlor wrzucili kawałek sodu. I cóż myślicie? Sód w tej chwili tak się łapczywie połączył z chlorem, że aż się zapalił — w bańce utworzyły się białe gruzełki soli.

Tak to uczeni różnemi sposobami starają się badać ciała przyrody, żeby dociec prawdy.

Taki sam sód, jaki jest w soli kuchennej, wchodzi również w skład sody; dlatego to z soli można wyrabiać sodę.

Gdzie się sól znajduje na ziemi i w jaki sposób ludzie ją stamtąd otrzymują?

Cztery są główne źródła, dostarczające nam soli: morza i oceany, jeziora słone, solanki w gruntach przesiąkłych solą, oraz pokłady soli w głębi ziemi.

Najwięcej soli znajduje się w wodzie morskiej. Po wygotowaniu 100 kilogramów wody morskiej pozostaje 3 i pół do 4 kilogramów tak zwanej soli morskiej, w której jest 2 i pół do 3 kilogramów soli kuchennej. Oto dlaczego woda morska ma smak przeważnie słony. Resztę soli morskiej stanowi mieszanina gipsu, soli angielskiej, soli glauberskiej i innych. Obliczono, że sól zawarta we wszystkich oceanach mogłaby pokryć całą kulę ziemską, która ma 10 miljonów mil kwadratowych powierzchni, warstwą grubą prawie na sto metrów.

Ta olbrzymia ilość soli w morzach znajduje się w nich od samego początku ich istnienia, ale prócz tego wody rzek donoszą ją z lądów.

Odbywa się to w taki sposób.

Woda zwyczajna, źródlana, studzienna lub rzeczna, którą nazywamy słodką, zawsze zawiera w sobie niewielką ilość soli kuchennej, którą wraz z innemi ciałami rozpuszcza i wypłókuje ze skał ziemnych. Rzekami wszystka ta sól dostaje się prędzej czy później do mórz; że zaś z morza sól nie paruje, a tylko sama woda, więc soli w wodzie morskiej coraz i coraz więcej przybywa. Morza od początku swego istnienia stanowiły tedy pułapkę, w którą sól z wodą rzeczną wpadała, ale wydostać się stamtąd nie mogła i wodę tę coraz i coraz bardziej słoną robiła. — Tak to w przyrodzie na każdym kroku widzimy, jak drobne przyczyny, działające długo a nieustannie, sprowadzają zawsze olbrzymie skutki: z ziarnek piasku, unoszonych przez

rzeki, powstają wielkie pokłady piasku i piaskowca; z nieznacznych, trudnych do określenia ilości soli w wodach lądowych

Rys. 71.

zgromadziły się w morzach i oceanach te miljony miljardów centnarów soli, jakie dziś w nich są rozpuszczone

Nie we wszystkich morzach zawartość soli jest jednakowa.

Morza cieplejsze, gdzie parowanie wody jest znaczne, mają wodę bardziej słoną; najbardziej słoną jest ona w morzach mocno parujących, z małym dopływem rzek i zewsząd odciętych od oceanu.

Od niepamiętnych czasów na wybrzeżach mórz ludzie umieją korzystać z soli, zawartej w morzu. Niektóre ludy dzikie używają do solenia wprost wody morskiej; inne wygotowują ją i sól zbierają.

W krajach cieplejszych, np. u nas w Europie na wybrzeżach Francji, Włoch, Krymu, sól z morza otrzymują zapomocą tak zwanych pól solnych, a właściwie sadzawek solnych. W tym celu na płaskiem wybrzeżu morza kopią szereg płytkich a szerokich sadzawek, z dnem twardem, ubitem mocno z gliny. Sadzawki te idą szeregami, pierwszy szereg w pobliżu morza, drugi i trzeci dalej. Pierwszy szereg sadzawek napełnia się wodą morską bądź przy każdym przypływie morza, bądź zapomocą rowów ze śluzami lub pomp. Szeregi łączą się ze sobą zapomocą stawideł, jak nasze sadzawki rybne. (Rys. 71).

Robota prowadzi się w sposób następujący.

Pierwszy szereg sadzawek napełniają wodą z morza. Woda ta pod działaniem słońca i wiatru szybko paruje, a przez to zgęszcza się, dając roztwór solny już nieco mocniejszy. Po upływie kilku dni wodę tę przepuszczają do drugiego szeregu sadzawek, a pierwszy napełniają nową wodą z morza. W drugim szeregu woda morska paruje jeszcze bardziej, lecz sól cała oczywiście pozostaje i woda znów staje się gęściejszą.

Gdy tak przejdzie kolejno do ostatniego szeregu sadzawek, jest już tak gęsta, że sól osiada z niej sama, jak osiada w naszej szklance. Rozumie się, że wraz z solą kuchenną osiadają i wszystkie inne sole, zawarte w wodzie morskiej, ale osiadają one zawsze kolejno, w miarę ich ilości i mniejszej lub większej rozpuszczalności. Tak gips opada na sam spód, a na nim osiada sól kuchenna. Sól tę z garniają z wierzchu długiemi łopatkami, suszą na wielkich kupach i, zapakowawszy w worki, wiozą w świat.

Tak to rozumny człowiek umie korzystać z siły słońca i wiatru, wyręczając się niemi w odparowaniu soli z wody morskiej.

W krajach zimnych sól z morza otrzymują przez wymrażanie. Opiera się ono na tem, że gdy roztwór solny zamarza, to lód tworzy się z samej wody, a cała sól zostaje na dnie w postaci bardzo gęstego roztworu. Robią więc duże doły, napełniają je wodą morską, którą następnie wymrażają. Później z pod lodu przeręblami wyciągają bardzo gęsty roztwór solny i do reszty go wygotowują.

Drugiem bardzo ważnem źródłem soli kuchennej są jeziora słone, rozsiane w ogromnej ilości w wielu okolicach ziemi. Wielkość tych jezior jest rozmaita. Są drobne, po kilka kilometrów kwadratowych powierzchni mające, są inne, zajmujące setki i tysiące kilometrów kwadratowych. Słynne jezioro Eltońskie za rzeką Wołgą ma 200 kilometrów kwadratowych powierzchni. W Europie mnóstwo jezior słonych jest w stepach nad morzem Czarnem i Kaspijskiem; w Afryce leżą one na północ od pustyni Sahary; w Australji zajmują środek lądu i t. d.

Prawie wszystkie te jeziora odznaczają się tem, że są zamknięte, to jest nie mają albo prawie nie mają odpływu. A więc wszystko, co im woda przyniesie, znowu wpada tutaj jak w pułapkę i wydostać się z nich nie może, bo tylko sama woda z nich paruje. W ten sposób zbiera się w jeziorach zamkniętych sól; a im starsze jest jezioro, tem więcej soli w sobie mieści. W ten sam sposób wiele drobnych jezior słonych powstało i powstaje.

Ale nie wszystkie.

Tak np. jeziora: Kaspijskie, Aralskie, Elton, jezioro Martwe w Azji niewątpliwie są resztkami wielkich mórz, które niegdyś pokrywały te lądy i spłynęły przy podniesieniu się w tych okolicach skorupy ziemskiej. Wtedy tylko najgłębsze miejsca tych mórz pozostały i istnieją dotąd jako słone jeziora. I w nich jednak soli coraz przybywa z wodą rzek, do nich wpadających. Że zaś do wielu z tych jezior mniej wody rzeki donoszą, niż jej paruje pod działaniem ciepła słonecznego, przeto jeziora te wysychają i roztwór soli w nich coraz bardziej się zgęszcza. Tak na dnie jeziora Eltońskiego osiadł już bardzo gruby pokład soli.

Jeszcze w inny sposób tworzą się jeziora słone. Na płaskich wybrzeżach morze wyrzuca wały piasku i kamieni, które

często powoli odcinają od morza całe zatoki. Takie odcięte zatoki stają się prawdziwemi jeziorami słonemi. Takie jest np. pochodzenie jezior krymskich.

W jakikolwiek sposób powstają jeziora słone, ostatecznie zawsze wskutek parowania wody sól z nich osiada na dnie i na brzegach, skąd można ją wprost zagarniać łopatami. Dzieje się to szczególnie latem, gdy słońce grzeje, a silne wiatry pomagają parowaniu wody. Wtedy jeziora słone wyglądają, jakby brzegi ich otoczył olbrzymi wianek białego śniegu. W ten sposób w południowo-wschodniej Rosji np. zbierają corocznie po kilkadziesiąt miljonów kilogramów soli tak zwanej samo-osadowej.

Z solanek, czyli **źródeł słonych**, sól wydobywa się znowu inaczej. Źródła słone i zbiorniki podziemne wody słonej powstają tam, gdzie w głębszych warstwach ziemi znajduje się sól, którą wody gruntowe rozpuszczają. Zazwyczaj zawartość soli w źródłach jest tak nieznaczna, że nie opłaciłoby się wygotowywać ją w ogniu. Obmyślono jednak dowcipny sposób, który oszczędza paliwa i pozwala tanio oddzielać sól z solanki.

Wiadomo, że woda tem łatwiej paruje, im większą jest jej powierzchnia. Weź dwie szklanki z wodą. Jedną zostaw w spokoju, z drugiej wylej wodę na płaski talerz. Po kilku dniach woda z talerza ulotni się prawie wszystka, gdy ze szklanki mało co jej ubędzie.

Trzeba więc wodę ze źródła słonego rozlać po szerokiej powierzchni.

W tym celu budują tak zwane **tężnie**. Są to rusztowania drewniane z belek, wysokie na kilka pięter, a długie na kilkaset i więcej kroków. Na wierzchu rusztowania umieszczone są koryta, do których maszyna pompuje wodę ze źródła słonego.

Pod korytami cała tężnia wypełniona jest chróstem.

Woda słona, przepełniwszy koryta, spada na chróst, spływa po jego gałęziach i tak rozchodzi się na ogromnej powierzchni, z której pod wpływem słońca i wiatru szybko paruje.

Na dół do umieszczonego tam zbiornika spływa już roztwór solny bardzo gęsty, który pozostaje do reszty wygotować. (Rys. 72).

Odbywa się to w warzelni.

Długie rury prowadzą roztwór solny z tężni do warzelni, gdzie wygotowuje się on w wielkich kotłach, zupełnie tak samo, jak się nam wygotowywała woda słona na łyżce.

Pozostałą sól zbierają i sprzedają pod nazwą warzonki.

U nas tężnie i warzelnie soli znajdują się w Ciechocinku, niedaleko Wisły, tuż przy granicy z Poznańskiem. Tam też, w Ciechocinku, urządzone są kąpiele słone dla chorych. Corocznie kilkanaście tysięcy chorych, szczególnie dzieci, wyjeżdża do Ciechocinka, gdzie leczą się kąpielami słonemi i piją solankę.

Prócz soli rozpuszczalnej w wodzie znajdują się też bardzo liczne pokłady i gniazda soli stałej w głębi ziemi. Sól taką zowiemy kamienną. Najbliżej od nas bogate pokłady soli kamiennej, bardzo pięknej i czystej, znajdują się w Bochni i Wieliczce pod Krakowem.

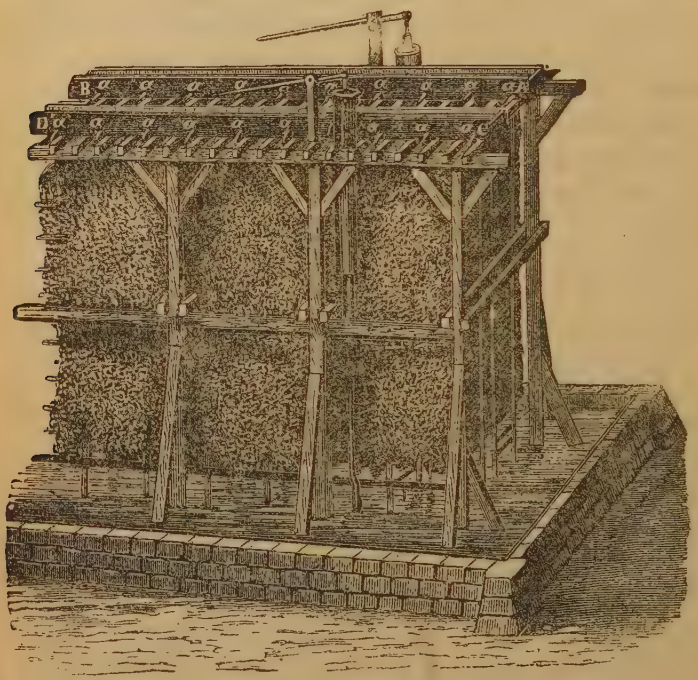
Grubość pokładów solnych bywa rozmaita, od kilku do paruset metrów. W jednej miejscowości w Niemczech natrafiono na pokład soli, mający kilometr grubości.

Najczęściej gruby pokład soli kamiennej spoczywa na pokładzie gipsu i innych soli morskich; na nim leżą gliny lub iły stwardniałe; potem znów cieńsze pokłady soli na zmianę z iłem, gliną i piaskiem. W pewnem miejscu, kopiąc szyb, przebito na głębokości trzystu metrów aż 14 warstw soli kamiennej, razem grubości najwyżej sześćdziesięciu metrów. W innem, poszukując soli, dopiero w głębokości stu metrów natrafiono na cienką, około metra mającą warstwę soli. Pod nią, pokopawszy jeszcze dwadzieścia metrów, znaleziono już pokład soli gruby na 40 metrów. Kopiąc dalej jeszcze 200 metrów, przebito 6 nowych pokładów soli i zatrzymano się dopiero na siódmym, który okazał się bardzo bogatym.

Jak sobie wytłumaczyć taki układ warstw solnych w głębi ziemi?

Bardzo prosto.

Dzisiejsze pokłady soli kamiennej niegdyś osiadły na dnie jezior solnych, jakeśmy to widzieli wyżej.



Rys. 72.

Osiadanie to odbywało się głównie w latach suchych i bardzo gorących. Jeśli po nich następowały lata dżdżyste, to sól osiadała słabiej lub wcale, a oprócz tego rzeki nanosiły namuł, który pokrywał utworzony pokład soli. Potem znowu sól mogła osiadać, znów następowała przerwa; i tak powtarzało się to wielokrotnie.

W innych przypadkach, po zupełnem wyschnięciu dawnego jeziora słonego, pokład soli mogły zasypać piaski i pył gliniasty, nawiane przez wiatry. A wreszcie pokład soli może

leżeć tu na powierzchni ziemi, albo nawet może się wznosić w postaci góry solnej, jeśli dawne dno jeziora zostało wyniesione w górę siłą podziemną. Rzeczywiście znamy na ziemi kilka takich prawdziwych gór solnych.

W Indjach Wschodnich w Azji, w kraju Pendżabie, jest cały szereg wzgórz solnych i skał, spoczywających na pokładzie gipsowem.

Oczywiście, gdzie sól występuje na powierzchnię ziemi, tam wydobywają ją wprost zapomocą oskardów, tak jak my wyłamujemy kamienie. Gdzie zaś bogaty pokład soli leży w głębi ziemi, zakłada się kopalnię.

W tym celu wybija się w głąb kanał, czyli szyb, do studni podobny, dochodzący do pokładu — i od tego szybu wybiera się sól na wszystkie strony. Po wybraniu pozostają długie chodniki i obszerne komory, rozchodzące się nieraz na kilka kilometrów pod ziemią.

Zresztą, żeby dać pojęcie o kopalni soli, opiszemy jedną z najpiękniejszych i najstarszych na świecie, mianowicie kopalnię soli w Wieliczce.

Kopalnia soli w Wieliczce.

Jedną z najsławniejszych kopalni soli nietylko w Europie ale na świecie, jest niewątpliwie kopalnia w Wieliczce, leżącej o półtorej mili od Krakowa. Wieliczka jest to miasteczko, mające kilka tysięcy mieszkańców; całą sławę swoją, utrzymanie i dobrobyt mieszkańców zawdzięcza ona kopalni, która ciągnie się pod miastem nieskończoną siecią chodników. Obliczono, że gdyby wszystkie korytarze podziemne kopalni wieliczkowskiej wyciągnąć w jedną linję, miałyby one długość 90 mil. I dziwić się temu nie można: od ośmiuset lat blisko ludzie kopią i kopią ryjąc się jak krety w podziemiu, i dobywają na powierzchnię ten skarb nieoceniony — sól, bez której ani przysmak bogacza ani czarny chleb biedaka obejść się nie może. Wiele pokoleń ludzkich, karmionych solą wieliczkowską, przemknęło się i znikło

z powierzchni ziemi, a Wieliczka — zawsze wielka, potężna — stoi, jak stała, chowając swoje skarby jeszcze na długie wieki dla przyszłych pokoleń.

Pokład soli w Wieliczce rozpoczyna się w głębokości 20 do 30 metrów pod warstwą ziemi rodzajnej i niebieskawej gliny. Już w głębokości 15 metrów glina ta przesiąknięta jest solą, a im głębiej, tem zawartość soli zwiększa się, przechodząc tu i ówdzie w porozrzucane olbrzymie bryły soli nieczystej, zielonawej. Dopiero niżej zaczyna się właściwy pokład solny, który dzieli się na dwa piętra: górne stanowi tak zwana **makowica**, sól szara, mocno połyskująca, zanieczyszczona tu i ówdzie żyłami gliny lub piasku; dolne składa się z soli czystej, białej, zwanej szybikową. Najpiękniejsza sól, która służy do wyrabiania krzyżyków i innych ozdób, sprzedawanych przez górników osobom zwiedzającym kopalnię, nosi nazwę **jarki**. Pod pokładami soli leży gips, oraz słone piaski i gliny, których jednak nie przekopują, gdyż przy paru próbach wytryskały z pod nich żyły wody, grożącej zalewem kopalni. Ogólna grubość wszystkich pokładów soli w Wieliczce wynosi około 300 metrów.

Jedenaście otworów, a właściwie studzien (szybów), prowadzi do wnętrza kopalni; z nich siedem przeznaczonych jest do wydobywania na wierzch soli. Cała kopalnia podzielona jest na siedem jedno pod drugiem leżących pięter, czyli poziomów, połączonych z sobą schodami i windami. Trzy piętra górne wolno zwiedzać publiczności, na dolnych prowadzą się roboty i dostęp do nich jest zabroniony osobom obcym.

Wyłamywanie soli odbywa się kilofami i stalowemi klinami, które wbija się coraz głębiej w rowki, wyrąbane kilofami. Wyłamaną sól rozbija się na mniejsze bryły, pakuje w beczki i wózkami kolei konnej, przebiegającej korytarze, dowozi do szybu, gdzie winduje się do góry. Tysiąc ludzi i sto koni czynnych jest nieustannie w tem kryształowem, pełnem niewysłowionych dziwów podziemiu, dobywając rocznie około stu miljonów centnarów soli.

Kopalnię wielicką zwiedzać można zawsze za opłatą: są jednak trzy dni w roku, kiedy zwiedzanie połączone jest z zabawami, oświetleniem kopalni sztucznemi ogniami, muzyką i inne-

mi przyjemnościami, przygotowanemi przez górników, — mianowicie: na Zielone Świątki, 3-go lipca i 18-go sierpnia. W te dni zjeżdżają do Wieliczki setki i tysiące gości i partjami po paręset osób spuszczają się w podziemie. Zejście odbywa się przez szyb „Daniłowicz“ lub szyb „Paderewskiego“. Goście dostają płócienne kitle, chroniące od wilgoci i pyłu solnego, kaganki w ręce i pod

Rys. 73.

przewodnictwem górników spuszczają się windą w dół przez szyb „Daniłowicz“ lub po 260 stopniach schodzą wol- przez szyb „Paderewskiego“. Oczywiście daleko przyjemniejszą, szybszą i mniej męczącą jest jazda windą, niż mozolne schodzenie po tylu schodach.

Na czele gromadki podróżników — czytamy w jednym z pięknych opisów Wieliczki — staje ciemna postać górnika z dymiącym kagankiem i wzywa do pochodu. W ponurej ciszy, śród której słychać tylko stąpanie towarzyszów i dolatujący z dalekiej otchłani stuk młota lub kilofa górników, rozpoczyna się wędrówka po podziemnem królestwie.

Pierwszą rzeczą godną widzenia jest kaplica św. Antoniego, wykuta w soli przez pewnego górnika w r. 1698 (rys. 73). Kaplica posiada wielki ołtarz z Męką Pańską i postaciami: św. Klemensa, św. Stanisława, św. Kazimierza, św. Franciszka. Tu odprawia się kilka razy do roku uroczyste nabożeństwo dla górników. Stąd przez komorę Urszuli schodzi się po 129 stopniach na drugie, niższe piętro, gdzie znajduje się słynna komora Michałowice. Jest to wielka pieczara podziemna, wykuta w soli, mająca do 60 łokci wysokości. Solne jej ściany podpierają tysiące drewnianych belek i wiązań. U stropu wisi ogromny, z soli zrobiony świecznik o 300 świecach, rzucających urocze blaski na pełne tajemniczości sklepienia sali.

Następują potem kolejno komory: Drozdowice i jenerała Hallera, z wiszącym w powietrzu mostem, z którego przy świetle widać dokoła mnóstwo czarnych chodników i otchłani.

Przez komorę jenerała Hallera gromadka opuszcza się znowu po stopniach na poziom trzeci i wygodnym korytarzem dochodzi do zbudowanego tutaj pod ziemią dworca kolei, dotąd zbiegają się szyny z całej kopalni. Po wypoczynku wędrowcy udawali się dawniej do ostatniej, najobszerniejszej komory Steinhauzera, obecnie już zasypanej. Tam czekała ich największa niespodzianka, zwana „piekielną jazdą" górników. Gdy gromadka zwiedzających stanęła pośrodku komory, czterech górników zasiadało na ułożonych nakrzyż dwóch belkach, zwieszających się na grubej linie, i za danym znakiem żywy ten wieniec ludzi z pochodniami płonącemi w ręku i hymnem narodowym na ustach zaczynał wznosić się do góry. Z najżywszem zaciekawieniem i niepokojem ścigał wzrok wędrowca tę ognistą gromadkę, malejącą coraz w oddali wśród czarnej otchłani i zasyłającą pożegnanie cichnącym głosem pieśni: „Przed Twe ołtarze zanosim błaganie"...

Od tej komory zaczyna się znów odwrót na piętro drugie. Droga prowadzi przez „słone jezioro", powstałe przez sprowadzenie w jedno miejsce wszystkich wód podziemnych kopalni. Przy oświetleniu sztucznych ogni, od których czerwonemi blaski połyskuje powierzchnia wody i solne ściany tego cudnego miejsca, wędrowcy przeprawiają się na drugą stronę jeziora.

Tu jeszcze nie koniec czarownej wędrówki. Zwiedziwszy kaplicę św. Krzyża i komorę „Pieskową Skałę", goście dostają się do pięknej sali balowej, zwanej „Łętów", gdzie przy blasku setek świec i dźwiękach dziarskiej muzyki górniczej wesołemi pląsy żegnają podziemne cuda Wieliczki. Opuszczając salę balową, podróżni znajdują się tuż przy szybie „Daniłowicz", skąd windą albo schodami wracają na światło dzienne.

XV. Węgiel.

Kilka razy w książce niniejszej wspominaliśmy już o węglu: przystąpimy teraz do bliższego poznania tego niezmiernie ważnego ciała.

Jest wiele odmian węgla, mniej lub więcej znanych, np. węgiel drzewny, kostny, kamienny; są inne, mniej znane, które zowiemy nawet odmiennemi mianami, jak: sadze, koks, grafit i djament. Oprócz tego mamy w przyrodzie wiele ciał, zawierający tyle węgla, że słusznie węglorodnemi je nazywamy Do takich należą: nafta, torf, asfalt, wosk ziemny, bursztyn.

Ale prócz tego węgiel wchodzi w skład niezliczonej ilości ciał, zarówno martwych, jak i żywych: przedewszystkiem zaś jest najważniejszą częścią składową roślin i zwierząt.

Przepalmy nawpół kawałek drzewa, liścia, korka — otrzymujemy z tych materjałów węgiel. Wrzućmy do ognia kawałek chleba, bułki, mąki—wyjmiemy je zwęglone, zamienione w węgiel. Tak samo otrzymamy węgiel z papieru, ze starej koszuli, z gruszki, kartofla i innych materjałów roślinnych.

Oto biały, smaczny cukier. Kładę go na łyżkę blaszaną i ogrzewam nad ogniem. Cukier najpierw topi się, potem zaczyna się gotować, robi się żółtawo-brunatnym, wydobywają się z niego pęcherze gazu i pary wodnej, wkońcu cała masa zapala się jasnym płomieniem; gdy płomień zgasimy, na łyżce pozostanie błyszczący, gąbczasty węgiel.

Niema w tem nic dziwnego, gdyż cukier robi się z soku buraków, jest więc pochodzenia roślinnego, a w roślinach zawiera się węgiel.

Nieuważnym gospodyniom zdarza się niekiedy przypalić pieczeń: miejsce przypalone jest zwęglone — jest to węgiel. Wrzućcie do ognia kawał mięsa z kością — zobaczycie, jak się dobrze palą; a potem wyjmijcie, kiedy się mięso spali zupełnie — będziecie mieli węgiel z mięsa i kości. Często słyszymy, że z pod zgliszcz pożaru wydobyto zwęglone zwłoki nieszczęśliwych ludzi, którzy w ogniu zginęli.

Obliczono, że w ciele ludzkiem na każde sto kilogramów wypada około 22 kilogramów węgla.

Zawiera się on w każdej części ciała naszego, narówni z azotem, tlenem i wodorem.

Nie powinno nas to dziwić. Mówiliśmy o znaczeniu białka roślinnego i zwierzęcego. A wszak w białku zawiera się azot, tlen, wodór i węgiel; jest więc węgiel wszędzie tam, gdzie się spotyka białko.

Niezależnie od tego węgiel wchodzi w skład innych ciał, nie białkowatych, nie zawierających azotu. Do takich należą: mączka roślinna (krochmal, czyli skrobia), wszelkie gatunki cukru i różnorodne tłuszcze. Ciała te składają się tylko z węgla, wodoru i tlenu, i dlatego zowiemy je bezazotowemi lub bezbiałkowemi.

Szczególniej wiele tych ciał bezbiałkowych zawierają wszelkie rośliny.

Ziarna wszystkich zbóż, tatarki, grochu, fasoli, bobu mają bardzo wiele mąki (krochmalu), którą doskonale widać w cienkich skrawkach tych ziarn pod mikroskopem.

Również ze skrobi składają się bulwy ziemniaków i sło-

necznika. Ziarnka skrobi znajdujemy we wszystkich liściach i łodygach roślin.

Burak cukrowy i ćwikłowy, marchew, brukiew, oraz wszelkie słodkie owoce zawierają w swym soku cukier.

Nasiona maku, rzepaku, słonecznika, lnu, konopi mają w sobie olej, czyli tłuszcz, który z nich wytłaczamy.

Otóż we wszystkich tłuszczach, cukrach i mączce zawiera się węgiel.

Łatwo się domyślić, że nietylko z białkiem, ale i z pokarmami roślinnemi bezbiałkowemi—mączystemi, cukrowemi i tłustemi—węgiel ten dostaje się do ciał zwierząt i ludzi.

Skąd się zaś bierze węgiel w roślinach, o tem mówiliśmy w rozdziale o dwutlenku węgla; kto więc zapomniał, niech sobie tamten rozdział jeszcze raz uważnie odczyta.

A teraz wracamy do ważniejszych odmian węgla.

Węgiel drzewny jest znanem ciałem czarnem, zlekka połyskującem, dziurkowatem. Pali się łatwo, żarząc się i wydając dużo ciepła. Gdy mówimy: „węgiel się pali", rozumiemy przez to, że się łączy chemicznie z tlenem powietrza. Gdy węgiel łączy się z tlenem, daje dwa gazy: tlenek węgla, czyli czad, i dwutlenek węgla. Jeżeli węgiel pali się w dostatecznej ilości tlenu, to dwie objętości tlenu łączą się chemicznie z jedną objętością węgla w stanie gazu, dając znany nam już gaz: dwutlenek węgla. Jeżeli zaś dopływ tlenu jest za mały, wtedy jedna tylko objętość tlenu łączy się z jedną objętością węgla gazowego i daje tlenek węgla, pospolicie czadem zwany. Tlenek węgla wydobywa się z rozżarzonych węgli i pali się niebieskawemi płomykami, przyłączając tlen i tworząc dwutlenek węgla. Gaz ten jest zabójczy dla człowieka i zwierząt; jeśli wchodzi do krwi przez wdychanie go, psuje ją, sprowadza ciężkie wypadki zaczadzenia, kończące się nieraz śmiercią. Czad wydobywa się z pieców mieszkaniowych zawcześnie zatkanych, z pieców chlebowych, z samowarów, z piecyków żelaznych, używanych przez blacharzy i t. p. Człowieka zaczadzonego należy

natychmiast wynieść na świeże powietrze, rozpiąć go, położyć nawznak, bryznąć na twarz i piersi zimną wodą i przez odpowiednie ruchy rąk starać się wzbudzić sztuczny oddech; jednocześnie z ratunkiem domowym należy posłać natychmiast po lekarza.

Po zupełnem spaleniu węgla drzewnego pozostaje zawsze popiół.

Co zawiera ten popiół?

Są to najrozmaitsze ciała mineralne, które wchodziły w skład żywej rośliny i dostały się do niej z wodą, a więc różne sole wapienne, fosforowe, sole żelaza, potasu i t. p. Zbierzmy ten popiół, posypmy nim ziemię w polu czy w ogrodzie, a dodamy jej doskonałego nawozu mineralnego. Tak się też robi. Gospodyni powinna popiół drzewny starannie wygarniać i wysypywać w nawóz, z którym dostanie się napowrót do ziemi. Ogrodnik zbiera skrzętnie popiół drzewny do skrzyń zakrytych i rozsypuje go potem pod drzewkami lub na kupy kompostowe.

Węgla drzewnego używają kowale do rozpalania żelaza, hutnicy do wytapiania żelaza z rudy; bierzemy go do samowarów, do żelazek do prasowania i innych celów. W izbie, gdzie leży ciężko chory, dobrze jest kłaść kawałki węgla drzewnego, gdyż porami swemi wciąga on różne szkodliwe gazy z powietrza. Można też oczyszczać wodę, przepuszczając ją przez warstwę węgla drzewnego, w którego dziurkach zatrzymują się różne nieczystości.

Węgiel drzewny wypala się z drzewa sosnowego, brzozowe i innych przez zwęglenie drzewa działaniem wysokiej temperatury bez dostępu powietrza.

Dla zrozumienia tego, zrobimy doświadczenie następujące.

Do szerokiej próbówki szklanej nałóżmy drobnych kawałków drzewa sosnowego, zatkajmy korkiem, przez który przechodzi cienko zakończona rurka, i ogrzewajmy próbówkę nad lampką spirytusową.

Po krótkim czasie z kawałków drzewa zacznie ulatywać para wodna i wydzieli się lekki dymek, który będzie wychodził przez koniec rurki, a na ściance próbówki osiądą kropelki jakiegoś czarno-brunatnego płynu. Dotknijmy płomieniem zapałki

wychodzącego gazu: zapali się on i będzie się palił jasnym płomieniem. Jest to gaz palny, zwany świetlnym. Spróbujmy językiem kropli płynu, wyciekającego z rurki: okaże się, że jest kwaśny, jak ocet. Będzie to ocet drzewny.

Odetkajmy próbówkę i powąchajmy brunatny płyn—przekonamy się, że to jest smoła. A cóż się stało z drzewem? Drzewo zmieniło się w czarny węgiel drzewny.

A więc, ogrzewając drzewo bez swobodnego dostępu powietrza, rozłożyliśmy je na:

węgiel drzewny,
smołę,
ocet drzewny,
wodę,
gaz świetlny.

Taki rozkład drzewa zowie się suchą destylacją.

Otóż właśnie przez suchą destylację otrzymuje się z drzewa węgiel drzewny.

W tym celu układają szczapy drzewa w kopulaste stosy z rurą pośrodku, obkładają stos ziemią i podpalają od dołu. Drzewo pali się powoli, prawie bez dostępu powietrza, i zmienia się w węgiel drzewny, który wybierają, rozrzuciwszy stos. Smoła spływa na dół do kotła — gaz tylko marnuje się darmo, ulatując w powietrze.

Węgiel kostny używa się głównie w cukrowniach do oczyszczania soku buraczanego; jest on bowiem drobniej dziurkowaty, niż węgiel drzewny, i dokładniej zatrzymuje wszelkie domieszki soku. Robią węgiel kostny z kości nawpół przepalonych, które następnie mielą.

Przygotujmy sobie nieco węgla kostnego. Na dno lejka włóżmy kawałek waty, a na to nasypmy węgla kostnego. Teraz nalejmy czerwonego soku z utartego buraka, a będzie nam przez lejek spływał sok prawie bezbarwny i czysty, jak woda.

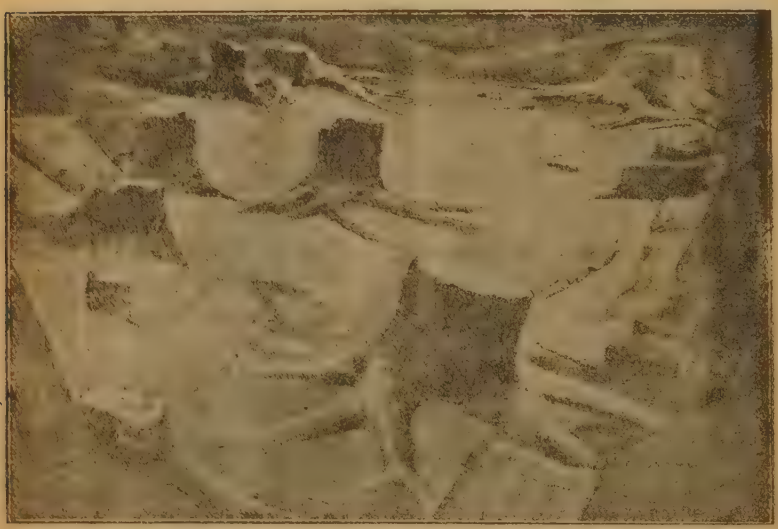
W cukrowniach sok z buraka cukrowego jest żółtawy i brudny. Otóż, przepuszczając go przez wysokie rury, napełnione węglem kostnym (filtry), zbieramy u dołu sok czysty i bezbarwny.

Węgiel kamienny służy obecnie za najważniejszy opał w mieszkaniach, kuchniach, w fabrykach z maszynami parowemi, do opalania parowozów i parostatków.

Są okolice kraju, gdzie lasów i innego paliwa brak, tam używa się węgla kamiennego.

Węgiel kamienny jest czarny, połyskujący, palny, przypomina więc węgiel drzewny, lecz jest od niego znacznie cięższy, twardszy, kanciasty, przytem nie znać w nim zwykle budowy roślinnej, chociaż — jak zaraz zobaczymy — i ten węgiel pochodzi z roślin.

Znajduje się on w wielu miejscowościach, tworząc warstwy, czyli pokłady, leżące czasem tuż przy powierzchni ziemi, częściej



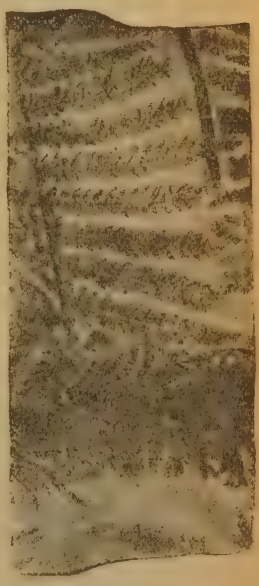
Rys. 74.

w głębokości kilkudziesięciu, a czasami kilkuset metrów. Same pokłady bywają rozmaitej grubości: od kilku cali do kilkunastu metrów, a rozległość ich liczymy w wielu miejscach na setki i tysiące kilometrów kwadratowych.

Pokłady węgla kamiennego leżą zwykle pomiędzy warstwami łupków ilastych lub piaskowców i wapieni. Badając do-

kładnie zarówno sam węgiel, jak i te skały, śród których leży węgiel kamienny, znajdujemy na nich wyraźne odciski liści, gałązek, pni i korzeni tych roślin, z których się utworzył węgiel kamienny. Okazuje się, że były to przeważnie paprocie, skrzypy i widłaki podobne do tych, jakie dzisiaj rosną na ziemi. (Rys. 74 i 75). Ale rośliny te były znacznie większe od naszych, dochodziły bowiem do kilkunastu metrów wysokości. Jedne z nich miały pnie gładkie, proste. nierozgałęzione, jak wielkie pałki; innych pień posiadał na powierzchni podłużne, ok ągłe prążki i czworoboczne ślady po opadłych liściach; tamte kończyły się olbrzymią koroną wspaniałych, do zielonych piór podobnych liści, lub otoczone były kręgami drobniejszych gałęzi.

Rysunek 74 daje trochę pojęcia o tem, jak wyglądały te drzewa, z których powstał węgiel kamienny. Rosły one zazwyczaj na nizinach podmokłych, tworząc olbrzymie lasy. Był czas na ziemi, kiedy znaczna część jej powierzchni pokryta była takiemi lasami. Kiedy to było, trudno określić, ale w każdym razie bardzo dawno.



Rys. 75.

Jak w naszych puszczach, tak i w owych lasach przedwiecznych jedne drzewa nieustannie zamierały, inne zajmowały ich miejsce. Martwe pnie z roku na rok waliły się na ziemię, tonęły w bagnie, dając przez setki i tysiące lat coraz bardziej narastające warstwy materjału roślinnego, który zamulały piaski lub gliny i zalewała woda. Leżąc długo pod wodą, te drzewa pierwotne nie mogły doszczętnie zgnić, ale powoli butwiały, zwęglały się, tworząc materjał palny, który dziś nazywamy węglem kamiennym. Szczególniej w rozległych jeziorach nagromadziło się mnóstwo pni, gałęzi i całych drzew, naniesionych przez rzeki; nasiąkając wodą, opadały one

na dno i zbierały się tam w takich ilościach, że zczasem wytworzyły się z nich grube pokłady.

W taki sposób na dnie wód lądowych powstała znaczna część znanych dziś pokładów węgla kamiennego. Ale węgiel tworzył się nietylko z roślin lądowych: wiele pokładów powstało i powstaje wciąż na dnie mórz z tych roślin, które nieraz zarastają ich powierzchnię, zajmując setki i tysiące mil kwadratowych. Resztki tych roślin po śmierci opadają na dno, gromadzą się tam i dają pokłady, z których tworzy się i dziś węgiel kamienny *). Kto czytał uważnie to, cośmy mówili o pokładach glin, piasków, łupków i piaskowców, które dziś widzimy na powierzchni lądu, a które niegdyś osiadały na dnie wód, ten łatwo pojmie, że w podobny sposób mogą dziś leżeć bliżej powierzchni ziemi pokłady węgla kamiennego, powstałe niegdyś na dnie jezior lub nawet mórz. Oto przez wypuklanie się skorupy ziemskiej warstwy te zostały wraz z innemi podniesione w górę i znalazły się na lądzie.

Znamy trzy główne odmiany węgla kamiennego: węgiel brunatny, węgiel czarny i antracyt.

Węgiel brunatny jest miękki, matowo-czarny lub brunatny, często zupełnie podobny do kawałka zwęglonego drzewa. Powstał on stosunkowo niedawno z drzew podobnych do dzisiejszych, przeważnie iglastych, a oprócz tego z jesionów, brzóz, olch i t. p. Jest to więc węgiel kopalny najmłodszy, najmniej zwęglony; zawiera tylko 70 na 100 części czystego węgla, pali się źle, wydaje płomień mocno kopcący, z niemiłym zapachem. Ciepła daje mało. Pokłady węgla brunatnego znajdują się u nas w Piotrkowskiem, Kieleckiem, koło Dobrzynia nad Wisłą i w innych miejscowościach.

Węgiel kamienny czarny jest twardszy od brunatnego, nie jest matowy, lecz ma wyraźny połysk; jest on starszy od węgla brunatnego. Zawiera czystego węgla więcej, bo do 85 procentów. Pali się płomieniem, wydając gaz o mocnym zapachu. Jedne gatunki węgla kamienego przy paleniu dają długie języki

*) Bliższe szczegóły patrz w książce Wł. Umińskiego: „Węgiel kamienny."

płomienne: te zawierają dużo smoły i stanowią węgiel tłusty. Inne gatunki dają płomyki krótkie, mają smoły mało i stanowią węgiel chudy.

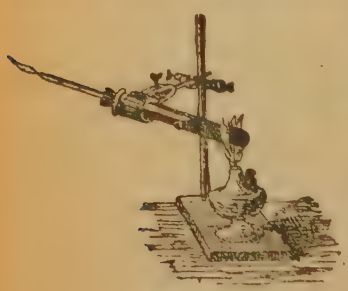
Najwięcej mamy dotąd na ziemi pokładów węgla czarnego. U nas zajmuje on ogromną przestrzeń w południowo-zachodniej części byłego Królestwa Kongresowego, w okolicy Będzina, Sosnowca i Dąbrowy Górniczej. Zowiemy te pokłady węgla Zagłębiem Dąbrowskiem. Dalej ku zachodowi przechodzą one na Śląsk, gdzie znajdują się jedne z najbogatszych w Europie kopalni węgla kamiennego tłustego. Prócz nich słyną w Europie kopalnie angielskie, rosyjskie, francuskie i belgijskie.

Najstarszym ze wszystkich, a zarazem najlepszym gatunkiem węgla kamiennego jest **antracyt.** Jest on bardzo twardy, zbity i mocno połyskujący, często z czerwonym połyskiem. Rozpala się trudno, pali bez płomienia, wytwarzając dużo ciepła i pozostawiając nieznaczną ilość popiołu. Zawiera do 97 procentów czystego węgla. Używa się przeważnie w hutach żelaznych do wytapiania żelaza z rudy. Pokłady antracytu znajdują się w Anglji i w Rosji.

W dalszym ciągu podamy opis jednej z naszych kopalń, oraz rysunki, objaśniające wydobywanie węgla. Teraz powróćmy jeszcze raz do węgla kamiennego i zobaczmy, jaki daje on nam pożytek. Mówiliśmy już, że ten nieoceniony materjał palny jest obecnie najważniejszem paliwem, ogrzewającem nasze lokomotywy kolejowe, parostatki, oraz miljony innych maszyn parowych, pracujących dla dobra ludzkości po całej kuli ziemskiej. Węgiel stanowi olbrzymie źródło energji (siły), które człowiek przekształca w ciepło, w prężność pary wodnej, w ruch wałów, kół, pasów i narzędzi, wyrabiających nieskończoną ilość rzeczy pożytecznych. Już dziś z niepokojem myślimy, co będzie, gdy pokłady tego cennego kamienia, tych „czarnych djamentów", jak słusznie nazywają ludzie węgiel kamienny, wyczerpią się. Nie lękajmy się jednak: dotąd mnóstwo węgla spoczywa jeszcze nietkniętego w głębi ziemi; coraz nowe, niezmiernie bogate pokłady odkrywają wciąż w różnych częściach kuli ziemskiej. Możemy więc być pewni, że jeszcze tysiące lat miną, zanim się wyczerpie ten skarb wielki, nagromadzony przed wiekami z ówczesnych roślin.

Ale prócz paliwa węgiel kamienny dostarcza jeszcze innego pożytku.

Potłuczmy nieco węgla kamiennego, wsypmy okruchy jego do szklanej próbówki, zakorkujmy i przeprowadźmy przez korek rurkę, jak to było przy suchej destylacji drzewa. A teraz ogrzewajmy ostrożnie naszą próbówkę lampką spirytusową. Po paru minutach zobaczymy, że z końca rurki uchodzi para wodna, potem wewnątrz próbówki w górnej części osiadać zaczną kropelki jakiejś cieczy, z rurki wypływać będzie mętna woda z mocnym zapachem, w dolnej części zbiera się płyn ciemnobrunatny, a wreszcie z otworu rurki zacznie się wydobywać gaz, który zapali się za przytknięciem zapalonej zapałki. (Rys. 76).



Rys. 76.

I znowu, jak w suchej destylacji drzewa, przez ogrzewanie węgla kamiennego bez dostępu powietrza otrzymaliśmy materjały zupełnie różne od węgla, mianowicie: parę wodną, wodę z amonjakiem, ostry kwas, zwany kreozotem, smołę, a wreszcie gaz palny, zwany gazem świetlnym. Jest to ten sam gaz, który pali się w latarniach ulicznych, w domach wielkich miast, na schodach i t. d.

Gaz świetlny otrzymują w gazowniach. Przepalają tam bez dostępu powietrza węgiel tłusty w piecach szczelnie zamykanych. Po przepaleniu zupełnem w piecach pozostaje nowy materjał węglowy, zwany koksem. Jest to węgiel, pozbawiony smoły i innych części lotnych. Jest on szarawy, połyskujący, dziurkowaty jak gąbka i bardzo twardy. Rozpala się trudno, daje popiołu mało, lecz żarząc się wydziela znaczne ilości ciepła. Używamy koksu na opał, jest on bowiem znacznie tańszy od węgla, oraz do kuźni i hut żelaznych. Koks tedy pozostaje w piecach gazowni, skąd go co jakiś czas wygarniają, a w górę uchodzi rurami żelaznemi gaz, który podlega dalszemu oczyszczaniu. (Rys. 77).

Najpierw przepuszczają ten gaz przez rurę, oziębioną wo-

dą. W tym oziębialniku część owego gazu skrapla się i odpływa jako smoła, reszta zaś przechodzi dalej w postaci gazu już oczyszczonego od smoły. Rurami przeprowadzają ten gaz jeszcze przez pewien rodzaj ziemi mułkowatej oraz przez wodę, gdzie oczyszcza się on ostatecznie, gromadzi w wielkich zbiornikach gazowych i stamtąd rurami rozchodzi się po mieście.

Rys. 77. (Model gazowni).

Jedna rura główna idzie środkiem ulicy, a od niej odchodzą rury boczne do domów i mieszkań, gdzie się kończą odpowiednio urządzonemi lampami. Po otwarciu kurka gaz wychodzi; zapalamy go i mamy piękne światło.

A czemu światło to zawdzięczamy?

Węglowi kamiennemu, przez niego zaś tym roślinom, z których się ten węgiel przed tysiącami lat wytworzył.

Gazu świetlnego używamy nietylko do palenia, ale także do poruszania machin (podobnych do parowych), zwanych gazowemi.

Opierają się one na bardzo dowcipnem urządzeniu. Kto widział, jak zapalają lampę gazową, słyszał przytem zawsze jakiś huk. Hęk ten powstaje dlatego, że w lampie mieści się nie czysty gaz świetlny, lecz gaz ten pomieszany z powietrzem, — a taka mieszanina daje gaz mocno wybuchający przy zapalaniu.

Otóż do machiny gazowej dochodzi rurkami jednocześnie

gaz świetlny ze zbiornika i powietrze. Zapalając się zapomocą małej lampki tuż przy wyjściu, te dwa gazy sprowadzają wybuch, który porusza tłok machiny, a przez to ją całą w ruch wprowadza.

Nie możemy się zatrzymywać nad wielu innemi korzyściami, jakie człowiek czerpie z węgla kamiennego, ale trudno nie wspomnieć, że nawet smoła gazowa, która, zdawałoby się, że na nic się nie przyda, daje nam wiele pożytku. Oto przez dalsze przerabianie smoły, otrzymanej przy wyrabianiu gazu świetlnego, daje ona kwas karbolowy, używany do oczyszczania różnych rzeczy od zgnilizny, na lekarstwo i t. d., kwas salicylowy, salol i inne lekarstwa; a wreszcie farby w najrozmaitszych barwach i odcieniach, zwane farbami anilinowemi. Są one wprawdzie trujące przy użyciu wewnątrz, ale służą do wybornego barwienia różnych tkanin.

Przed paruset laty nie znano zupełnie węgla kamiennego, odkrył go przypadkiem pewien kowal angielski w XVI stuleciu. Dziś jest to jedno z tych ciał przyrody, które posiada pierwszorzędne znaczenie w przemyśle człowieka i służy do zaspokajania tysiącznych jego potrzeb.

We wszystkich częściach świata odkryto olbrzymie pokłady węgla kamiennego.

Niżej zamieszczamy krótki opis wycieczki do jednej z naszych kopalń węgla, mianowicie do Niwki pod Sosnowcem *).

Kopalnia „Niwka" pod Sosnowcem. Już od Strzemieszyc — stacji kolei Wiedeńskiej w południowej części ziemi Piotrkowskiej — wszystko zapowiada, że wjeżdżamy w odmienną okolicę — w krainę kopalń, fabryk, wielkiego przemysłu, wielkiego bogactwa i wielkiej pracy. Na wszystkie strony wśród licznych pól lub pustkowi widać dymiące kominy fabryk; na stacji wagony napełniają się gromadami ludzi o twarzach zakopconych dymem, w ubraniu zatłuszczonem przez ciągłe stykanie się z maszynami. To robotnicy z miejscowych fabryk.

*) Jest to opis z przed lat 20.

Kto z czytelników nie oglądał nigdy wielkiej fabryki, kto nie był w jej wnętrzu, nie słyszał ogłuszającego stuku i świstu jej maszyn, nie widział karnej, szybkiej a nieustannej pracy zajętych przy nich robotników, temu trudno wyobrazić sobie, czem jest Sosnowiec, gdzie na ogromnej przestrzeni blisko mili kwadratowej rozrzucone są dziesiątki najróżnorodniejszych fabryk, kopalni węgla i budynków fabrycznych, oraz setki domów i domków, stanowiących mieszkanie wielotysięcznej armji robotników.

Ciekawa jest ta wielka osada fabryczna, która, pomimo swej rozległości i znaczenia, do niedawna jeszcze uważana była za wieś, powstała bowiem na gruntach kilku wiosek: Sielc, Niwki, Zagórza, Sosnowca, Milowic i Gzichowa. Ta okoliczność, jako też istniejący od pewnego czasu zakaz budowania się w pasie granicznym, który dziś już do przeszłości należy, są przyczyną, że mało spotykamy tutaj domów większych, okazalszych, przeważnie zaś liche, małe, jakby tymczasowe. Wyjątek stanowią gmachy fabryczne, budynki szkolne i szpitale, kościoły i gmachy publiczne. Przez niektóre ulice coraz przebiegają ze świstem wagony kolei żelaznej, idące z dalszych kopalń. Publiczność różnorodna, pstra, złożona przeważnie z robotników fabrycznych

Przed kilkudziesięciu laty w miejscu, gdzie dziś wre życie fabryczne, szumiały lasy sosnowe, kołysały się zbożem niwy, rolnik cichy, spokojny uprawiał ziemię, jak i w innych okolicach naszego kraju. W jednej tylko wsi Zagórzu wydobywano trochę czarnego, palnego kamienia—węgla kamiennego, mało sobie ceniąc to wielkie bogactwo.

Aliści zjawili się ludzie, którzy poznali się na niem, którzy umieli ocenić znakomite położenie Sosnowca tuż przy zejściu ówczesnych granic: rosyjskiej, austrjackiej i pruskiej, przy linji jednej z najważniejszych kolei żelaznych—i postanowili z miejsca tego skorzystać. Ludźmi tymi byli przemysłowcy z Niemiec. Za niewielkie pieniądze poskupywali okoliczne grunta, włożyli miljony w budowę kopalń i fabryk—i w ciągu niespełna lat 30-stu stworzyli w Sosnowcu jeden z najruchliwszych punktów przemysłowych kraju. Dziś Sosnowiec i jego najbliższa okolica posiada kilka wielkich kopalń węgla kamiennego, zatrudniających liczne, wielotysięczne rzesze robotników; posiada nadto 6 hut

i fabryk żelaznych i cynkowych, dających zajęcie kilku tysiącom ludzi i wyrabiających rocznie przeszło 70 miljonów kilogramów żelaza, stali i cynku; wreszcie Sosnowiec ma wielkie przędzalnie wełny, zatrudniające kilka tysięcy robotników, oraz wiele innych fabryk, jak: hutę szklaną, papiernię, fabrykę cerezyny (wyrabiającą z kopalnego wosku ziemnego materjał na świece), fabrykę śrutu, lin metalowych i t. d. Razem kilka tysięcy ludzi pracuje w tem wielkiem, dniem i nocą czynnem mrowisku.

Po tem ogólnem objaśnieniu, co to jest Sosnowiec, zaprowadzimy czytelników tam, gdzieśmy sami byli przed kilku laty, mianowicie do jednej z kopalń węgla tak zwanego Towarzystwa Sosnowieckiego.

Była godzina blisko 6-ta, gdyśmy pod przewodem jednego z urzędników tegoż Towarzystwa dojechali do kopalni „Niwki", odległej od Sosnowca o kilka kilometrów. Jechaliśmy blisko granicy, którą łatwo poznać po długim szeregu biało pomalowanych kamieni, a bardziej jeszcze po stojących o sto kroków jeden od drugiego, uzbrojonych w karabiny szeregowcach straży pogranicznej. Zdala widać było białe domki i kościoły paru miasteczek: to Mysłowice i Szopienice, leżące już poza linją graniczną.

W jednem miejscu granicy pokazano nam punkt, gdzie schodzą się Galicja, Śląsk Pruski i Królestwo, z tego powodu zwany „Kątem trzech mocarzy", po niemiecku—„Drei-kaiser-eke".

Niedaleko kopalni widać rozległe, puste pola, dziwnie zaklęśnięte, jakby pozapadane w wielu miejscach: jest to „trupie pole", leżące nad wybranym pokładem węgla. Dawniej ciągnęły się pod niem korytarze kopalni; po wybraniu jednak węgla zostawiono je, część ich zawaliła się, część wali się od czasu do czasu; stąd te zapadnięcia, jakie widać na powierzchni gruntu. Rozumie się, że przejazd i przejście przez to „trupie pole" są zabronione.

Mijamy jeziorko, leżące w dużem zagłębieniu pośród pól. Objaśniono nam, że jeziorko to powstało na miejscu kopalni, zwanej „Gottes-zegen-grube" („Błogosławieństwo Boże"), zalanej nagle przez podziemne wody. Straszna to była chwila, gdy cały obszar ziemi nad kopalnią zatrząsł się, zadrgał i zapadł—

a na miejscu jego wystąpiła woda. A tam w głębi pracowało kilkudziesięciu ludzi... Opowiadają, że żona jednego robotnika szła wówczas z obiadem dla męża, który właśnie pracował w kopalni. Na widok groźnej klęski krzyknęła okropnym głosem — i postradała zmysły. Dotąd chodzi ona po Sosnowcu, jako żebrząca warjatka...

Dzięki uprzejmości towarzyszącego nam urzędnika zarządu, dostajemy pozwolenie zwiedzenia kopalni i pod przewodnictwem głównego sztygara, przybrani w kurty skórzane, z dymiącemi kagankami w ręku, spuszczamy się windą na dno Rudolfa, jednego z trzech szybów kopalni. Winda jest to pomost drewniany z barjerką, umocowany na drucianych linach i stanowiący jakby ruchome dno szybu, to jest studni, prowadzącej w głąb kopalni. Temi samemi windami wyciąga się z kopalni wózki z węglem. (Rys. 78). Stajemy na windzie. Dają sygnał dzwonkiem, i pomost powoli opuszcza się z nami w podziemie.

Rys. 78.

Dziwne uczucie ogarnia człowieka, który po raz pierwszy używa takiej podziemnej jazdy. Czas dłuży się niezmiernie; wilgotne ściany i belki szybu migają ponuro przy blasku kaganków, a my lecimy wciąż jakby w przepaść nieskończoną. Trwało to zaledwie trzy minuty; pomost stuknął o ziemię i znaleźliśmy się w jednym z głównych korytarzy kopalni.

Dokoła ciemno i zimno; tylko kaganki górników rozlewają słabe światło, ale ruch panuje wielki: jest to bowiem miejsce dokąd z jednej części kopalni zbierają się wózki z węglem

które tą samą windą zostaną wyciągnięte na wierzch. To też z różnych stron zajeżdżają po szynach szeregi małych wózków, napełnionych węglem, słychać głuchy turkot kół, przyciszony gwar ludzi i głośne, tłumionem echem rozchodzące się po kopalni rozkazy dozorców,

Pan sztygar zapowiada nam, że udamy się stąd podziemnemi korytarzami do drugiego szybu (Henryka), odległego przeszło o pół kilometra, poczem zawrócimy głównym chodnikiem do tego samego miejsca. Pół kilometra przeszło tam, pół z powrotem po ciemnych, często ukośnie w górę lub na dół idących chodnikach, razem z zakrętami co najmniej półtora, a może i kilka kilometrów wędrówki pod ziemią, to taka przyjemność niezwykła, że zgadzamy się na nią najchętniej. Więc tedy kije w ręce, latarki przed siebie i gęsiego marsz naprzód. Idziemy pochyłym korytarzem („pochylnią"), po którym dwiema linjami szyn żelaznych spuszczają się szeregi wózków z węglem. Pełne lecą na dół, puste, zapomocą odpowiedniego urządzenia pociągane przez pierwsze, wracają do szybu w górę korytarza. Pilnować się musimy, bo korytarze wąskie, trzeba wózki ostrożnie wymijać, gdyż inaczej grozi zgniecenie. Coraz wstrzymują spuszczanie wózków, żebyśmy mogli przejść swobodnie. Powiadają, że najczęstsze wypadki śmierci w kopalni zdarzają się przez nieostrożność podejścia pod lecące pochylnią wózki z węglem.

Po korytarzach poziomych wózki ciągną konie, których pracuje tutaj blisko 150. Prowadzą nas do stajni. Jest to długi a szeroki korytarz, wykuty w węglu. Wzdłuż ściany przedziały na pary koni, żłoby, drabiny, kubły do wody, słoma na podściółkę. Gdyby nie czarne węglowe ściany i latarki palące się dniem i nocą, myślałbyś, że zwiedzasz olbrzymią stajnię jakiego bogatego dworu.

Tu i ówdzie w głębi ciemnych korytarzy migocą żółte światła kaganków, oblewając żywym blaskiem gromadki górników. Zbliżamy się; sztygar wita ich zwykłem pozdrowieniem: „Glikauf"*).

— Glikauf! — odpowiadają górnicy.

*) „Glikauf" — niemieckie wyrażenie — znaczy: „Na szczęście".

Nam jednak na rzucone pozdrowienie: „Szczęść Boże!“— dziękują staropolskiem: „Panie Boże zapłać!“.

Są to przeważnie Ślązacy. Oni jedni tylko od dawnych już lat wynajmują się do pracy w kopalni. Przed kilku laty— — opowiada nam towarzysz z zarządu — sprowadzono z dalszych okolic partję włościan Mazurów. Zwabieni dobrym zarobkiem, podpisali naprzód umowę. Skoro jednak spuszczono ich do kopalni, kiedy spróbowali pracy górniczej, za nic nie chcieli zostać. „Nikogo nie zabiłem ani okradłem, żebym za życia pokutował w tych podziemiach“. I powrócili do swych wiosek, a na ich miejsce trzeba było sprowadzić znowu pracowitych jak krety i jak krety do podziemnej pracy przywykłych Ślązaków.

Kolejno oglądaliśmy wszystkie roboty. W jednem miejscu widzieliśmy odbijanie węgla żelaznemi drągami. W innem górnik wiercił przy nas w węglu kanał do założenia ładunku z prochem. Gdzieindziej ładunek był już założony; odeszliśmy wszyscy paręset kroków od miejsca, w którem wyłamano węgiel; górnik podpalił lont, sam odbiegł szybko. Widać było, jak mała iskierka, migocąca niby gwiazdka, przebiega coraz wyżej i wyżej po loncie: wreszcie dostała się do miny — rozległ się straszny huk, zadrżały ściany korytarza, a echo poniosło daleko w podziemia głuchy łoskot wybuchu i trzask sypiących się z góry odłamków rozsadzonego węgla.

Po wyłamaniu węgiel ładuje się łopatami na wózki i dowozi po szynach do windy.

W innych korytarzach widzieliśmy zakładanie stempli, służących do podparcia sklepienia; to znów oglądaliśmy miejsce, skąd węgiel został wybrany, i część stempli zabiera się teraz napowrót, zostawiając resztę aż do zawalenia się. Zaszliśmy też aż do kaplicy św. Barbary, patronki górników. Dziwnie uroczyste wrażenie robi ta kaplica, wyżłobiona w węglu w kształcie szerokiej, sklepionej pieczary; na ołtarzu stoi przybrany w kwiaty posąg świętej Patronki, z jednej bryły węgla wykuty.

Przy wyjściu z kaplicy spostrzegamy nosze drewniane: smutny ten przyrząd służy do przenoszenia tych bojowników podziemi, którzy ulegli wypadkowi kalectwa lub śmierci. Mijamy to miejsce z serdecznem, z głębi duszy płynącem życzeniem,

aby te rosze nigdy nie były potrzebne żadnemu z tych dzielnych pracowników.

Wspaniałe wrażenie robią maszyny parowe, obsługujące windy i pompy w kopalni. Pompowanie wody podziemnej, wyprowadzanie jej nazewnątrz kopalni jest jedną z najważniejszych prac. Zapomocą olbrzymich maszyn i pomp człowiek toczy tutaj nieustanną walkę z wodą, która sączy się z całej kopalni, kanałami doprowadza się na jedno miejsce, skąd trzeba ją wypompować, gdyż inaczej groziłaby zalaniem.

Niepodobna tutaj opowiadać wielu szczegółów z życia kopalni; żaden opis nie jest w stanie dać takiego pojęcia o tem, co to jest kopalnia, czem jest praca człowieka w kopalni, jak zwiedzenie tych podziemi samemu. Jeżeli dotąd i ja, i mój towarzysz patrzyliśmy z głębokim szacunkiem na pracę górnika, to teraz, przyjrzawszy się ogromowi i ciężkim warunkom tej pracy, nauczyliśmy się czcić ją stokroć więcej.

Była godzinna blisko 11-ta w nocy, gdyśmy wyjechali znów na powierzchnię ziemi. Spuściliśmy się do kopalni za blasku słońca, wyszliśmy przy świetle gwiazd i księżyca. W nadziemnej części fabryki, oświetlonej latarniami elektrycznemi, wrzała praca przy sortowniach, maszynach, które same rozdzielają węgiel na grubsze i mniejsze kawałki i wrzucają go do stojących na dole wagonów kolejowych. Trzysta takich wagonów węgla kamiennego dziennie daje kopalnia „Niwka".

Takie jest olbrzymie bogactwo, które z tej jednej kopalni dla dobra ludzi wydobywają z ciemnych otchłani pracowite dłonie górników.

Grafit — jest to materjał, którego używamy do pisania w dzisiejszych czarnych ołówkach. Niegdyś ołówki wyrabiano z ołowiu, który jest tak miękki, że zostawia szare rysy na papierze, stąd nazwa ołówka; obecnie ołówki robi się z grafitu. Jest to też odmiana węgla kopalnego, ale posiada niektóre własności odrębne.

Przedewszystkiem grafit nie pali się w zwyczajnym ogniu. Zastrugaj ołówek tak, żeby duży kawałek grafitu wystawał z drewienka, i włóż ten grafit do ognia. Będzie się żarzył, ale się nie spali. Nawet w bardzo mocnym ogniu grafit się nie pali, można go spalić dopiero w czystym tlenie, a wtedy, łącząc się z tlenem, daje dwutlenek węgla, taki sam, jak każdy węgiel, który spalamy.

Grafit spotyka się w pokładach znacznej grubości. Jest to kamień szary, połyskujący, tak miękki, że paznogciem się rysuje, a na papierze zostawia czarny, trwały ślad. Dlatego właśnie używamy go na wyrób ołówków. Grafit ma zupełnie inną budowę, niż węgiel kamienny, składa się bowiem z drobnych blaszek, niby łuszczek, ściśle przystających do siebie.

Słynne pokłady grafitu znajdują się w Niemczech południowych (Bawarji), oraz na Syberji.

W różnych częściach ziemi różne jest pochodzenie pokładów grafitowych. Niektóre z nich są niewątpliwie bardzo dawnemi pokładami węgla kamiennego. Innych zaś pochodzenie jest zagadkowe. W każdym razie godną uwagi jest okoliczność, że węgiel rozpuszczony w żelazie, które, jak wiadomo, wytapia się z rudy węglem, po zastygnięciu żelaza staje się drobniutkiemi blaszkami grafitu, które tkwią w żelazie i mogą być uwolnione, gdy żelazo rozpuścimy w jakim mocnym kwasie.

Grafitu używamy na ołówki, na wyrób tyglów ogniotrwałych do topienia metali, a także na wyrób mieszaniny ziemnej, z której robią formy do odlewów żelaznych.

Przy wyrobie ołówków granit rozcinają maszynami najpierw na cienkie blaszki, potem na laseczki, które następnie wkładają w drewienka. Gorsze gatunki grafitu mielą na mąkę, mieszają z gliną, dodają wody i otrzymane w ten sposób ciasto przeciskają przez sito; tak otrzymują wałeczki, które suszą i używają na wyrób tańszych ołówków.

Drewienka przygotowuje się tak. Maszyna tnie drzewo na deseczki długości ołówka. Druga maszyna robi na powierzchni deseczki karby, odpowiadające każdy grubości jednego ołówka. Potem deseczkę przecinają wzdłuż na dwie połówki, z jednej strony płaską, a drugą wzdłuż karbowaną. Na płaskiej maszy

na robi podłużne wcięcia, w które wkłada się wałeczki grafitu. Pozostaje teraz złożyć i skleić dwie rozcięte połowy deseczki, rozciąć je na pojedyńcze ołówki, ogładzić, odmalować, wycisnąć stempel i puścić w świat.

Robota idzie bardzo szybko, tak że dziennie setki tysięcy ołówków grafitowych wychodzą z fabryki na pożytek ludziom.

Dawniej ołówki sprowadzano do nas przeważnie z Niemiec, teraz mamy fabrykę swoją, Majewskiego w Pruszkowie pod Warszawą, która wyrabia doskonałe ołówki.

Grafit mało jest podobny do węgla, ale już zupełnie do niego niepodobny jest djament, słynny drogi kamień, którym ludzie przyozdabiają pierścienie, broszki i kolczyki.

Jeżeli djament obejrzymy w pierścieniu, przedstawi się on nam jak kawałek szkiełka bezbarwnego, przezroczystego, oszlifowanego prawidłowo w trójkątne płaszczyzny, z bardzo mocnym połyskiem i mieniącemi się barwami tęczy przy najmniejszem poruszeniu.

Taki djament zowie się brylantem.

Spróbujmy tym brylantem pociągnąć po szkle, a otrzymamy na niem głęboką rysę. Taką samą rysę da nam djament na każdym kamieniu, nawet na żelazie i stali. Dowodzi to tego, że jest on bardzo twardy; istotnie jest to najtwardszy ze wszystkich minerałów.

Pomimo tej twardości djament jest bardzo kruchy: broń Boże uderzyć go młotkiem, bo się pokruszy na kawałeczki.

W ogniu zwyczajnym nie spali się, ale w czystym tlenie spala się zupełnie, dając dwutlenek węgla. Jest więc djament węglem i to węglem najczystszym, nie zawierającym zwykle żadnych ciał obcych. Brylanty są djamentami sztucznie oszlifowanemi. W przyrodzie djamenty znajdujemy w postaci luźnych lub wrośniętych w skałę ziarn, zawsze prawidłowych. Najczęściej są one otoczone 8 płaszczyznami trójkątnemi, ale bywa ich 12, 24 i więcej. Wiemy już, że takie prawidłowe bryły przyrodzone zowią się kryształami; a zatem djament jest węglem krystalicznym.

Najczęściej djamenty są bezbarwne i przezroczyste, i takie są najpiękniejsze; są to djamenty „czystej wody"; bywają jednak różnie zabarwione: żółtawe, zielonawe, a nawet czarne. Te ostatnie są najmniej cenne.

Wielkość djamentów wogóle bywa nieznaczna: od drobnych jak piasek, do takich, jak orzech laskowy lub mały kartofel. Im większy jest djament, tem jest oczywiście droższy: lecz cena ich rośnie znacznie szybciej, niż ciężar, a przytem zależy ona od piękności, połysku, rzadkości i innych względów. Djament wielkości ziarnka grochu kosztuje kilka tysięcy złotych; djamenty wielkie cenią się na setki tysięcy, a nawet miljony złotych. Jest na świecie kilkanaście djamentów wielkich, stanowiących przeważnie własność skarbową różnych państw. (Rys. 79). Każdy z nich ma osobną nazwę, jest pilnie strzeżony i posiada swoją historję, nie zawsze wesołą.

Tak np. jest pewien brylant, zwany „Rejentem" lub „Pittem". Jest to jeden z najpiękniejszych i największych brylantów; waży obecnie 38 gramów, a wielkość ma połowy orzecha włoskiego. Niegdyś ważył 102 gramy. Znalazł go w roku 1702 w Indjach azjatyckich jakiś biedny kopacz, a chcąc go ukryć przed czujnem okiem dozorców, zrobił sobie na skórze sztuczną ranę i tam schował djament. Jakże jednak skarb taki sprzedać? Z kłopotem swym zwierzył się jakiemuś majtkowi okrętowemu. Nikczemna chciwość zrodziła się w duszy majtka: zamordował i utopił kopacza, a djament zabrał i sprzedał za 3 tysiące złotych znanemu wówczas bogaczowi angielskiemu Pittowi. Niedługo jednak cieszył się ów zbrodniarz tak nikczemnie zdobytym majątkiem: zaczął hulać, przepuścił wszystkie pieniądze i z rozpaczy powiesił się. A Pitt tymczasem sprzedał ów djament królowi francuskiemu za sumę wynoszącą około czterech miljonów złotych. Djament oszlifowano i do końca XVIII wieku znajdował się on w koronie królów francuskich. Gdy jednak w owym czasie wybuchła we Francji rewolucja, w zawierusze przepadł i słynny „Rejent". Niewiadomo jaką drogą dostał się on do rąk pewnego handlarza Niemca. Dowiedział się o tem cesarz Napoleon I, wykupił go od Niemca i przyozdobił nim rękojeść swojej szpady. Aż oto w roku 1870, po klęsce pod Sedanem,

gdy cesarz francuski Napoleon III poddał się Niemcom, szpada jego ze wspaniałym „Rejentem“ stała się własnością króla pruskiego. A co tam dalej będzie z tym brylantem, który tyle krwi i zbrodni ma w swojej przeszłości — Bóg to raczy wiedzieć.

Rys. 79.

Djamenty kopią głównie w trzech krajach: w Indjach Wschodnich w Azji, w Brazylji w Ameryce i w Transwalu w Afryce południowej. Najpiękniejsze są indyjskie. Kopanie

odbywa się pod dozorem straży uzbrojonej, a najmniejsze przestępstwo ze strony robotników, szczególniej zaś kradzież, bywa surowo karane.

Kopać djamenty jest bardzo trudno, gdyż są one porozrzucane pośród ziarn żwiru i piasku, które trzeba ziarnko po ziarnku przebierać; tembardziej że surowe kryształy djamentu nie mają połysku tak mocnego i tak pięknej gry barw, jak oszlifowane djamenty.

Piękny połysk i cudną grę barw nadaje im dopiero sztuczne szlifowanie. Szlifuje się djamenty płytami stalowemi, wprawianemi w bardzo szybki obrót i posypanemi proszkiem djamentowym. Przy szlifowaniu nadaje się djamentom różne postaci, ograniczone zwykle trójkątnemi lub czworokątnemi płaszczyznami. Robota ta wymaga wielkiej zręczności. Najsłynniejsze szlifiernie brylantów znajdują się w Paryżu, w Antwerpji (w Belgji) i w Amsterdamie (w Holandji).

Mówiliśmy, że djamenty, a właściwie brylanty, służą jako drogie kamienie na ozdoby. Jest to oczywiście korzyść niewielka, i prawdę mówiąc, szkoda tyle pracy ludzkiej poświęcać na szukanie tych błyszczących kamyków, służących próżności ludzkiej. Prawdziwy pożytek z djamentów mamy ten, że robi się z nich świdry do wiercenia głębokich otworów w najtwardszych skałach, np. do wydobywania ropy naftcianej z głębi ziemi, i że djamentami odpowiednio oprawionemi krajemy szyby.

Uczeni dawno łamią sobie głowy nad pochodzeniem djamentów, a także nad sztucznem ich otrzymywaniem.

Jak powstały djamenty? W jakich warunkach czarny, miękki, nieprzezroczysty węgiel mógł się zmienić w bezbarwne, przejrzyste i tak twarde kryształy djamentu? Przypuszczają, że stało się to za sprawą ognia: w wielkim żarze pierwotnym ziemi węgiel mógł się rozpuścić w różnych minerałach, a po ich zastygnięciu w głębi ziemi pod wielkiem ciśnieniem skrystalizował się na djament.

Pewien uczony ogrzewał proszek węglowy, zamknięty szczelnie w bryłce żelaza, aż do stopienia tej bryłki, a potem raptownie ją studził lodem. Krzepła ona niezwłocznie i krzepnąc raptownie a silnie ściskała swe wnętrze, w którem był proszek

węgla rozpuszczony w stopionem żelazie. Po takiem raptownem ostudzeniu takiej bryłki żelaza we wnętrzu jej powstały drobniutkie djamenty. Kto wie? może z czasem będziemy umieli ze zwyczajnego węgla otrzymywać duże kryształy djamentu; a wtedy ten piękny kamyk utraci nieco ze swej wartości, która obecnie jest tak znaczna dlatego, że jest on rzadki i trudno go znaleźć.

XVI. Torf.

Z materjałów węglorodnych na szczególną uwagę zasługują: torf i nafta, — mniej ważne są: asfalt i bursztyn.

Torf jest rodzajem ziemi palnej, złożonej z nawpół zwęglonych łodyżek, listków i korzonków mchów i innych roślin błotnych. Barwy jest brunatnej, a im jest starszy, tem staje się ciemniejszy, prawie czarny.

Torf jasny zwykle jest mniej zbity, gąbczasty, mało zwęglony, z wyraźnemi łodyżkami mchów; taki torf zowie się darniowym i leży bliżej powierzchni. Głębiej znajduje się torf bardziej zbity, twardy, ciemny, mocno zwęglony. Torf darniowy przydatny jest po wysuszeniu na ściółkę, torf zbity na opał.

Torf leży zawsze pokładami, mniej więcej rozległemi, bądź na mokrych łąkach, nad rzekami, na brzegach jezior i mórz, bądź na zboczach gór lub w lasach. Grubość pokładów torfowych bywa rozmaita: od części metra do kilkunastu metrów.

U nas pokłady torfu znajdują się w bardzo wielu okolicach kraju, przeważnie nad rzekami i jeziorami, tworząc ogromne, milami ciągnące się bagna i trzęsawiska. Najczęściej trzęsawisko zajmuje rozległą nizinę lub kotlinę z wyższemi nieco brzegami; środkiem jej płynie rzeka, zarośnięta trzciną, sitowiem i tatarakiem i wpadająca zwykle do dużego stawu lub jeziora. Czasami pośród łąki torfowej, leżącej w kotlinie, widać jedno lub parę małych jeziorek, pięknie połyskujących pośród zieleni mchów. Nazywamy takie jeziorka „oknami".

Główny materjał, z którego tworzy się torf, stanowią liczne gatunki mchów torfowych, czyli torfownic, rosnących kępami w miejscach stale wilgotnych. Prócz tego znajdujemy w torfie

resztki różnych ziół i krzewów błotnych, a także zwęglone, zbutwiałe pnie drzew—jak olchy, brzozy i inne. W tych szczątkach roślinnych tkwią liczne ziarenka piasku i gliny, a także kości i skorupy różnych zwierząt, które żyły w torfowisku lub przypadkiem na niem zginęły. Często w torfach zdarza się wykopywać kości zwierząt dawno zaginionych, jak jeleń wielkorogi, tur, mamut i inne. Znany jest przypadek, że w pewnem torfowisku znaleziono cały szkielet wielkiego jelenia w pędzie, a za nim szkielety kilku wilków, które, goniąc jelenia, z nim razem zginęły przed tysiącami lat w trzęsawisku.

W każdym razie do utworzenia torfowiska niezbędne jest, żeby pod zwierzchnią przepuszczalną warstwą ziemi znajdował się pokład zbity, nieprzepuszczalny—np. glina, łupek lub opoka.

Opowiem nasamprzód, jak się tworzą torfy lądowe.

Wyobraźmy sobie nizinę z rzeką pośrodku i jeziorem, przez które ta rzeka przepływa. (Rys. 80).

Rys. 80.

Rys. 81.

Na brzegach rzeki i jeziora, zawsze wilgotnych, rosną oczywiście różne trawy i zioła, między któremi zaczynają się ukazywać kępki mchów, zasianych przez wiatry. Mchy są drobne,

delikatne, z łodyżkami śpiczastemi, z których wierzchołka sterczą kuliste torebki z nasionkami. Mech posiada tę jeszcze własność, że w miarę zamierania dolnej części łodyżki odrasta on w części górnej, a jednocześnie rozprzestrzenia się szybko dzięki swoim nasionkom. Powoli, powoli mech zajął już znaczną część łąki i doszedł aż do brzegu jeziora, zamieniając dobrą przedtem łąkę na kwaśną, zawsze wilgotną, z ostremi turzycami i wełniakami, które rzuciły się teraz obficie, zamiast dawnych traw smacznych, słodkich.

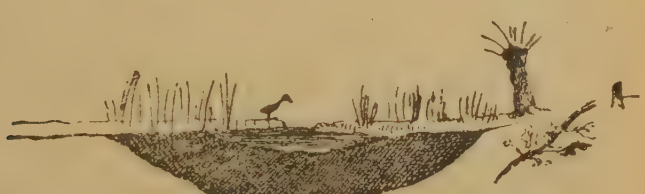
Doszedłszy do jeziora, mech nie zatrzyma się tutaj. Pomiędzy jego łodyżki i korzonki wiatr nawiał z kurzem mnóstwo piasku, fala wodna narzuciła nieco gliny, i oto w ten sposób na powierzchni wody utworzyła się cienka warstewka ziemi, na której nowe mchy mogą porosnąć, utrwalić się i utworzyć pokład, pływający niejako na powierzchni jeziora. Powtarza się to z dnia na dzień, z roku na rok, potrochu, lecz nieustannie. Tak po pewnym czasie wysuwa się od właściwego brzegu wody na jej powierzchnię kożuch roślinny, złożony z mchów i cząstek ziemi, pod któremi znajduje się woda. Na kożuchu tym porastają zaraz różne zioła błotne, zjawią się sitowie i tataraki, które przebijają się przez nią wgłąb, zakorzeniają się w dnie jeziora i tembardziej kożuch ten utrwalają. (Rys. 81).

Idąc łąką ku jezioru, nie zauważylibyśmy nawet, że wchodzimy na kożuch, leżący na powierzchni wody, gdyby nie to, że trzęsie on się pod nami, ugina się, faluje na prawo i lewo, a broń Boże, może się pod nami przerwać, jak to się niekiedy zdarza — i wtedy wpadniemy w wodę. Kożuch taki jest już prawdziwem trzęsawiskiem.

Jednocześnie pod kożuchem mchów zaczyna się właśnie tworzenie pokładów torfu. Dzieje się to w ten sposób, że dolne części mchów gniją i opadają pod kożuch na dno wody, gdzie układają się coraz i coraz grubiejącą warstwą. Leżąc zaś pod wodą bez dostępu powietrza, te cząstki mchów i innych roślin błotnych nie mogą zgnić doszczętnie, lecz butwieją, zwęglają się powoli, dając brunatną, grząską masę, jak gdyby błoto. Płynąc wodą, na której brzegu jest trzęsawisko, zamąćmy wodę na dnie wiosłem lub wygarnijmy z dna trochę owego błota, a prze-

konamy się, że składa się ono ze szczątków roślinnych takich samych, jakie znajdujemy w każdym torfie.

Mijają lata. Kożuch mchów ze wszystkich stron nasuwa się coraz dalej i dalej na powierzchnię rzeki i jeziora, aż wreszcie z szerokiej dawnej rzeki zostaje tylko wąska rzeczułka z dnem czarnem, grząskiem, pełnem torfu, z brzegami trzęsącemi się i wyniesionemi w górę. A jezioro wypełnia się torfem, zmniejsza się; już z niego tylko niewielkie oko wody pozostało: ostatnia kryjówka kaczek dzikich i cyranek; aż wreszcie i ono porasta mchami zupełnie i dawne jezioro zamienia się na łąkę torfiastą. Powierzchnia jej zarasta mchem, trawą i ziołami; ale pod niemi spoczywa mniej więcej gruby pokład torfu, który uległ się i zbił pod naciskiem wody. Spód zajmuje torf starszy, zbity, zwęglony; górną warstwę — torf darniowy, czyli mechaty. (Rys. 82 i 83).



Rys. 82.

Rys. 83.

Teraz trzeba tylko, żeby skrzętny człowiek spróbował, czy ma torf na swojej łące, jakiej grubości i gatunku, a wtedy założy sobie torfiarnię, będzie kopał torf, zwierzchnią rumówkę

weźmie na ściółkę, a dalszy czarny torf ułoży w cegiełki pod szopą, wysuszy i będzie miał opał na całą zimę *).

Torf leśny powstaje nieco inaczej, jak to można widzieć u nas w lasach podmokłych, gdzie są niewielkie kotlinki i bagienka. Na bagienkach takich porasta mech torfowy początkowo kępkami, leżącemi zdala jedna od drugiej pomiędzy drzewami. Ale kępek coraz przybywa, już zlały się one razem i niby zielonemi pierścieniami puszystemi, otaczają drzewa leśne...

Zdradzieckie to jednak pierścienie! Powoli pierścień taki posuwa się aż do samego pnia, a z nim razem dochodzi wilgoć, woda, którą mchy zawsze w sobie zawierają. Wskutek nadmiernej wilgoci drzewo zaczyna chorować i psuć się; lada burza łamie je i wywraca na ziemię. Na to tylko mchy zdawały się czyhać; obrastają nieszczęsny pień dokoła, pokrywają go sobą i sprowadzają jego butwienie. A jednocześnie same one dają pokład torfu, który powiększa się jeszcze materjałem drzew obalonych.

Kto był w takich miejscowościach, mógł śledzić z roku na rok niszczycielską robotę mchów po lasach i powstawanie torfowisk leśnych.

Torf, jako materjał opałowy, przedstawia dużą wartość wszędzie tam, gdzie lasy wyniszczono i drzewo jest drogie. U nas spotyka się w bardzo wielu okolicach i dlatego musimy uważać pokłady torfu za prawdziwe bogactwo, równoznaczne z pokładami węgla kamiennego.

Torf pali się gorzej od węgla, raczej żarzy się, wydając dym cuchnący, przytem zostawia dużo popiołu, który powinien być zużyty na nawóz, gdyż jest pozostałością roślin.

Po wydobyciu torfu gospodarz ma jeszcze tę wygodę, że torfiarnia wypełnia mu się wodą, którą może zarybić i znowu ciągnąć z niej dochód.

---

*) O torfie i obchodzeniu się z nim czytaj książkę Kotłubaja: „Torf, jego wydobywanie i pożytek".

XVII. Nafta.

Nafta, jako materjał do oświetlenia, znana jest niedawno. Nawet ludzie niebardzo starzy pamiętają, że jeszcze przed kilkudziesięciu laty nafty u nas nie znano; do oświetlenia po chatach służyło łuczywo, a u ludzi zamożniejszych świece łojowe lub lampy napełnione olejem. Od wielkiej parady tylko przy gościach palono czasem świece stearynowe. Aż oto z dalekiej Ameryki zaczęto dowozić beczkami płyn palny, który, wlany do lamp odpowiednich, dawał światło kilkakroć mocniejsze, bledsze i tańsze, niż świece. Płyn ten zwano ligroiną, olejem skalnym lub naftą. Dziś nafta stanowi niezbędny środek oświetlenia nawet w najuboższej chacie, a po wielkich miastach światło jej skutecznie dotąd walczy z nowemi, lepszemi sposobami oświetlenia gazem i elektrycznością.

Nafta, którą palimy w lampach, jest już oczyszczona; z ziemi zaś wydobywa się jako ropa naftowa, ciecz brunatna, gęstawa, z mocnym zapachem, kopcąca przy paleniu, a niebezpieczna, bo w lampie wybucha i powoduje pożary.

Otóż tę ropę naftową znano już od bardzo dawna.

Jeszcze Grecy i Rzymianie starożytni używali jej za lekarstwo pod nazwą „oleju sycylijskiego". Dzicy Indjanie Ameryki Północnej kopali naftę i sprzedawali ją jako lekarstwa na różne bóle ciała. Podobno jeszcze przed 10-ciu wiekami mieszkańcy nadmorskich miejscowości, gdzie dziś leży miasto Baku na Kaukazie, znali naftę i używali jej na lekarstwo, do smarowania wozów, a nawet do kaganków glinianych z knotem. To samo wiadomo o mieszkańcach Małopolski wschodniej, którzy od wieków sprzedawali olej ziemny na smarowidło do wozów i skór.

Właściwie jednak dopiero przed laty 50 jednocześnie w Ameryce i w Małopolsce uczeni przekonali się, że po oczyszczeniu oleju ziemnego można z niego otrzymać wyborny materjał świetlny, t. j. naftę.

Trzy są główne kraje, gdzie znaleziono dotąd bardzo bogate źródła ropy naftowej: Ameryka Północna (stan Pensylwanja), Kaukaz (okolica Baku nad morzem Kaspijskiem) i Małopolska

(okolice Borysławia i wogóle podgórze Karpat). Ale źródła nafty są i w innych krajach, jak Japonja, wyspa Nowa Zelandja, Indostan, Włochy, Rumunja. Nawet w Kieleckiem, około wsi Wójczy, są maleńkie źródła naftowe.

Ropa naftowa znajduje się w ziemi nieraz w głębokości ponad tysiąc metrów, gdzie pomieszana z wodą przesyca piaskowce, piaski i dziurkowate wapienie, tworząc żyły naftowe podziemne i jeziora, wypełniając różne przerwy między temi skałami. Pod nią leżą zawsze zbite gliny lub inne skały, nie przepuszczające wody. Często ropa wraz z wodą wydostaje się z głębi na powierzchnię ziemi, dając źródła i studnie. Takie źródła naftowe widzieć można w bardzo wielu miejscach na całem podgórzu wschodnich Karpat, — a nietylko widzieć, ale i czuć, bo zapach nafty rozchodzi się z nich daleko.

Warstwy ziemi zawierające ropę zowią się pokładami naftowemi. Z takich pokładów trzeba tę ropę wydobywać.

Robota to niełatwa. Oczywiście tam, gdzie ropa znajduje się płytko pod ziemią, wystarczają zwyczajne studnie z wałem lub żórawiem, jak do wody. Ale takie studnie rzadko bywają obfite. Prawdziwie bogate w ropę są dopiero pokłady głębokie na wiele setek metrów.

Jak się do nich dobrać? Jak z tych głębokości ropę wydobyć? — Żeby to wszystko zrozumieć, pójdźmy do jakiej bądź większej kopalni nafty.

Zdala już uderza nas niezwykły widok. Na wszystkie strony, niby olbrzymie strażnice, wznoszą się wysoko setki wież drewnianych, czworokątnych, zwężających się ku górze. Jedne z nich są już ukończone, deskami obite, inne zaczęto dopiero budować. Na szczyt ich prowadzą wąskie drabiny, a mocne słupy podpierają je u dołu. Są to „wieże wiertnicze“—rusztowania drewniane, mieszczące wewnątrz przyrządy do wiercenia otworu wgłąb ziemi. W pobliżu wież ciągną się długie szopy, nad któremi unoszą się z hukiem kłęby pary. Tu pracują machiny parowe, mieszczą się kuźnie, kotłownie, ślusarnie i inne warsztaty, obsługujące maszynę wiertniczą. Słychać stamtąd miarowy stuk młotów, zgrzyt pił i przeraźliwy świst pary. A przy tych

wszystkich przyrządach pracują tysiące ludzi w ubraniach zatłuszczonych, nawskroś przesiąkniętych naftą.

Gdzie spojrzeć—wszędzie nafta, nafta, nafta. Tutaj płynie rurami i rowami, tam zbiera się w sadzawkach lub tworzy grzą-

Rys. 84.

skie, cuchnące błoto, przez które przechodzić trzeba po wąskic kładkach. Wzrok i powonienie pokazuje ci, że jesteś w państwi nafty, tegō groźnego płynu, który jedna iskra zdolna zamieni w morze płomieni.

A tam w oddali czernieją domki robotników, domy zarządu, kantory kopalni, wszystkie pełne świstu, gwaru i gorączkowego pośpiechu.

Lecz idźmy do tej wieży, gdzie się zaczyna dopiero wiercenie szybu (Rys. 84). Pośrodku wieży sterczy z ziemi szeroka, przeszło łokieć średnicy mająca rura żelazna, którą robotnicy starają się osobną prasą wtłoczyć w co tylko wykopany otwór. Wreszcie po wielu trudach rura już włożona; teraz trzeba tylko pogłębić otwór i umocować go nowemi rurami. Do pogłębiania służy wielki świder wiertniczy stalowy, poruszany machiną parową. Świder składa się z kilku prętów żelaznych; do ostatniego pręta przyśrubowany jest ciężki walec żelazny, zwany patronem, do którego przykręca się olbrzymie dłóto stalowe, metr długie, a ważące około dwustu kilogramów. Cały przyrząd przyczepiony jest do wału, który porusza machina parowa, podnosząc go i opuszczając do 40 razy na minutę. Wraz z belką wznosi się i opuszcza świder. Otóż w chwili, gdy przyrząd jest podniesiony w górę, robotnik osobnym kluczem przekręca dłóto, które odrywa się od patronu, pada całym ciężarem na dół i wrzyna się w ziemię. Za chwilę patron nasuwa się znowu na dłóto, podnosi je do góry; znów opada ono na dół — i tak idzie robota coraz dalej.

Gdy w ten sposób wywierci się około metra, zdejmują świder i zamiast dłóta przymocowują czerpaki, które wybierają rozbitą ziemię i gruz skalny, pomieszany z wodą.

Skoro się szyb pogłębi tak, że już rura pierwsza jest za krótka, dosztukowują od góry nową rurę i znowu wbijają ją głębiej zapomocą prasy lub ciężkiej „baby“ żelaznej, uderzającej z góry i wtłaczającej rurę w wywiercony otwór.

Ale im głębiej, tem kanał wiercony staje się węższy, rur wbijać głębiej niepodobna. Wtedy do wnętrza pierwszych rur wkładają dalsze, coraz węższe, używając też coraz węższych świdrów. Wreszcie po paru lub kilku miesiącach mozolnej pracy, po wydaniu nieraz wielu tysięcy złotych, zależnie od głębokości szybu i twardości wierconego gruntu — w głębokości kilkuset metrów szczęśliwie ukazała się nafta. Zakotłowało się w rurze, buchnęły potoki błota i gruzu, a za niemi zaczęła płynąć cuchna-

ca ropa naftowa, napełniając radością duszę szczęśliwego przedsiębiorcy.

Bo nie zawsze jest on szczęśliwy. Z naftą, jak z wodą: nie zawsze i nie wszędzie na nią się natrafia. Nieraz po długiem wierceniu, po wydaniu wielu tysięcy złotych do nafty dojść niepodobna i robotę trzeba zarzucić; czasem wydobyta nafta nie opłaca dziesiątej części wydatków. Ale zdarza się często, że tryśnie ona tak obfitym potokiem, iż w ciągu krótkiego czasu robi przedsiębiorcę bogaczem. Dobry szyb powinien dawać od trzech do pięciu miljonów kilogramów nafty rocznie; ale w r. 1899 jeden tylko szyb, głęboki 100 metrów, dał słynnym nafciarzom braciom Noblom w Baku 176 miljonów kilogramów ropy. A wszystkie ich szyby dały im w tym roku 1520 miljonów kilogramów ropy. Cóż dziwnego, że ci Noblowie stali się wkrótce posiadaczami wielu miljonów złotych i stworzyli najpiękniejszą fundację, t. zw. „Nagrodę Nobla“, z której odsetki roczne, tworzące wielotysięczną sumę, międzynarodowy komitet uczonych oddaje wybranemu człowiekowi, jeżeli się wielce zasłużył ludzkości. Z Polaków taką nagrodę przyznano jednego roku sławnemu powieściopisarzowi H. Sienkiewiczowi.

Z gotowego już szybu ropę wydobywa się dwoma sposobami: albo czerpakami, jak ze zwyczajnej studni, albo też sama ona tryska w górę strumieniem i dostaje się w odpowiednie rury, które prowadzą ją do zbiorników i beczek.

Gdy nafta zacznie bić z szybu, starają się czemprędzej zatkać rurę główną żelaznemi płytami i wtedy zakładają rury odprowadzające. Ale to nie zawsze się udaje. Zdarza się czasami, że strumień ropy rozerwie pokrywę, w jednej chwili rozbija całą wieżę i w postaci olbrzymiego słupa, do stu metrów wysokiego, tryska w górę, zalewając całe otoczenie. W takich razach chwytają naftę w odpowiednie zbiorniki, do których spływa ona rurami i rowkami.

Oczywiście, że takie wytryski nafty najwięcej zysku przynoszą przedsiębiorcy; ale też narażają go na niebezpieczeństwo pożaru. Przy wytryskiwaniu ropa naftowa rozbija się na drobniutki pył, który unosi się daleko i przy najmniejszej nieostrożności zapala się. Biada kopalni, którą nawiedzi pożar. Olbrzy-

mie płomienie ognia, niby piekielne języki, wydobywają się z głębi ziemi; kłęby czarnego dymu, jak groźne chmury, unoszą się ku niebu, zasłaniając prawie słońce. Rozpalona ziemia pęka, nie pozwalając zbliżyć się do miejsca klęski. Wszelka obrona jest niemożliwa. Trzeba rozszalały żywioł zostawić samemu sobie, póki zapas nafty nie wypali się doszczętnie. Stokroć gorzej, gdy pożar rozszerzy się na inne szyby, gdy obejmie większą przestrzeń. Wtedy cała kopalnia zamienia się w jedno morze ognia, które trawi i obraca w perzynę wieże wiertnicze, budynki, maszyny, ludzi, wszystko, co napotka na drodze. W roku 1903 było parę takich pożarów w Borysławiu w Małopolsce; często słychać o takich pożarach w Baku i w innych miejscach.

Wracajmy jednak do naszej ropy, którą wydobyliśmy z głębi ziemi, a która jednak nie jest jeszcze naftą. Żeby się stała zdatną do użytku, trzeba ją oczyścić, a to osiąga się przez destylację zapomocą ognia.

Destylarnie nafty znajdują się zawsze w pewnej odległości od właściwej kopalni, w pobliżu torów kolejowych. Przejeżdżając przez Małopolskę, często widzi się zdala budynki z wielkiemi kominami i napisem: „Destylarnia nafty".

Dawniej ropę z kopalni przewożono do destylarni w beczkach. Dziś odbywa się to rurami żelaznemi, ciągnącemi się nieraz kilka kilometrów pod ziemią i prowadzącemi ropę z kopalni. Silne pompy parowe czerpią ropę ze zbiorników kopalni i przepędzają ją rurami do destylarni. Tutaj wlewa się ona do kotłów żelaznych, ogrzewanych ogniem i parą wodną. Ogień ogrzewa kotły z dołu, a para wodna, bardzo gorąca, wchodzi do wnętrza kotłów, miesza się z naftą, ogrzewając ją jeszcze bardziej i prędzej.

Pod działaniem ciepła ropa zaczyna się zamieniać w parę. Nie jest to jednak odrazu para naftowa. Trzeba wiedzieć, że ropa jest mieszaniną różnych ciał, zawierających w swym składzie węgiel i wodór. Jedne z tych ciał ulatniają się z ropy w niższej temperaturze, inne w wyższej. Najpierw ulatnia się i skrapla w osobnych oziębianych zbiornikach ligroina, której i u nas dawniej używano do palenia. Potem ulatnia się benzyna, ciec

używana do lampek benzynowych, do motorów samochodów, do czyszczenia z plam tłuszczowych i innych celów. Dalej ulatuje właściwa para naftowa. Wreszcie zostają gęste odpadki naftowe, które idą na smary do maszyn, do opalania maszyn parowych i parowozów, a także do wyrobu parafiny na świece, oliwy do palenia, waseliny, używanej na maści lekarskie, do otrzymania gazu świetlnego, farb anilinowych, smoły naftowej, czyli gudronu, i wielu innych ciał. Podobne ciała daje nam również przez destylację wosk ziemny, miękka, do wosku podobna masa, która kopie się w ziemi w sąsiedztwie nafty.

Siedząc przy lampce naftowej i czytając tę książkę, przypomnijcie sobie, jakie to koleje przejść musiał ten płyn palny, zanim się ciężką pracą robotnika z głębin ziemi dostał do waszej lampki, i ile to ciał pożytecznych pozwala nam nauka otrzymywać z tego prawdziwego skarbu węglorodnego, jakim jest nafta.

Smołowiec, jak wskazuje nazwa, jest ciałem do smoły podobnem. Jest on czarny, dość miękki; na ogniu łatwo się topi, a w zetknięciu z nim zapala się, płonąc mocno i wydając wiele dymu. Posiada przytem właściwy sobie zapach, po którym łatwo go odróżnić od zwykłej smoły. Skład smołowca jest podobny do nafty. Znajduje się on zwykle w pokładach naftowych. Jest w Azji wielkie jezioro, zwane Morzem Martwem, gdzie smołowiec wydostaje się z dna i, zastygłszy, pływa całemi płatami po wodzie, gdyż jest od niej lżejszy. W Ameryce Środkowej na wyspie Św. Trójcy (Trinidad) znajduje się tak zwane „jezioro asfaltowe“ — kotlina wypełniona smołowcem, który wypływa z jej środka w stanie gorącym.

Używamy smołowca przedewszystkiem na wyrób papy, czyli tektury smołowcowej. Jest to tektura papierowa, rodzaj grubej bibuły, nasyconej roztopionym smołowcem, pomieszanym z piaskiem. Taka papa niełatwo się zapala i trudno się pali, dlatego używa się jej do krycia dachów.

Przy budowie domów murowanych dobrze jest na wierzch na fundament położyć grubą na palec warstwę roztopionego

smołowca; smołowiec ten bowiem nie przepuszcza wyżej do murów wilgoci gruntownej.

Przy stawianiu budynków drewnianych, płotów, sztachet i t. p. dobrze jest dolne zakopane w ziemi części drzewa smarować smołowcem, który chroni drzewo od szybkiego gnicia.

W dużych miastach używają asfaltu na chodniki i bruki, mieszając go ze żwirem. Chodniki smołowcowe mają pewną wartość, ale bruki asfaltowe albo psują się łatwo, albo są tak śliskie, że konie na nich łamią sobie nogi.

Bursztyn z pozoru niczem nie przypomina węgla ani innych ciał zawierających węgiel; dość jednak potrzymać go w ogniu, żeby się przekonać, że jest to materjał węglorodny, pali się bowiem płomieniem, wydzielając wielką ilość sadzy i wydając mocny, właściwy sobie zapach.

Jest to ciało dość twarde, żółte lub żółtawo-białe, często z jasnemi żyłkami; niekiedy bywa zupełnie przezroczysty i wówczas najbardziej przypomina kalafonję drzewną lub żywicę.

Rzeczywiście, bursztyn jest stwardniałą żywicą pewnego gatunku sosny, która niegdyś w obfitości rosła nad brzegami morza Baltyckiego i Niemieckiego i wogóle na dzisiejszem pomorzu baltyckiem. Że to jest prawda, dowodzi najpierw palność bursztynu, a także to, że często można widzieć w nim zasklepione muszki i inne owady, liście, kawałki kory i t. p. części roślin.

Bursztyn w postaci kawałków nieforemnych, zaokrąglonych, do wielkich kropel podobnych, w obfitości znajduje się dotąd w piaskach na wybrzeżu pomorskiem, skąd wypłókują go fale morza i wyrzucają na brzegi. U nas piękne bryły bursztynu kopią często na Kurpiach w Łomżyńskiem.

Najwięcej jednak bursztynu znajdują w morzu Baltyckiem, gdzie wyławiają go wraz z mułem morskim i wodorostami. Są nurkowie, którzy zajmują się połowem bursztynu z dna morza; a mieszkańcy nadbrzeżni, korzystając z silnego wiatru, dmącego ku brzegowi, wydostają bursztyn z wodorostów wyrzuconych przez fale.

Najczęściej kawałki bursztynu bywają niewielkie, czasami jednak spotykają się bryły po kilka kilogramów ważące. W skarbcu pruskim znajduje się podobno bryła bursztynu długa na łokieć. Oceniono ją trzydzieści tysięcy złotych.

Z bursztynu robimy paciorki, cygarniczki, munsztuki do papierośnic i t. p. rzeczy; drobne kawałki dodają się do kadzideł kościelnych lub idą na wyrób laku do pieczętowania listów.

Bursztyn posiada jeszcze jedną ciekawą własność: jeśli go potrzemy o sukno i zbliżymy do lekkich przedmiotów, np. do kawałków papieru, słomek i t. p., to kawałki owe przyskakują do bursztynu, jakby przyciągnięte. Przyciąganie to odbywa się za sprawą energji (siły) elektrycznej, która powstaje w bursztynie z powodu tarcia o wełnę. Dziwną tę własność bursztynu znali jeszcze Grecy starożytni i sądzili, że bursztyn posiada duszę, która budzi się w nim za potarciem. Z tego powodu, jako też z powodu rzadkości bursztynu, który sprowadzali zdaleka, cenili go na wagę złota i uznawali za drogi klejnot.

Późniejsze badania wykryły, że ta sama energja, co w bursztynie, budzi się także za potarciem w smole twardej, żywicy, szkle i innych ciałach. Na pamiątkę zaś, że po raz pierwszy wykryto ją w bursztynie, który po grecku nazywa się „eletron", siłę ową do dziś dnia nazywają elektryczną, albo wprost elektrycznością.

XVIII. Żelazo.

Był czas, kiedy ludzie nie znali zupełnie żelaza. I było to nawet nie tak bardzo dawno. U nas naprzykład nie dalej, jak przed tysiącem lat, nie używano wcale żelaza, a młoty, toporki, nawet piły i noże wyrabiano bądź z ostrych kawałków krzemienia, bądź z innych krzemieni, początkowo łupanych, a potem gładzonych *). Nieraz takie narzędzia i broń kamienną zdarza

*) Patrz w rozdziale „O piasku", a także w książce: „Pogadanki o życiu i rozwoju ludzi przedhistorycznych" F. Popławskiej.

się wykopywać w bardzo starych grobowcach, na pogańskich cmentarzyskach.

Dotąd są plemiona dzikie, które jeszcze używają narzędzi kamiennych, np. Australczycy i Peszerowie z Ameryki Południowej.

Starożytni Grecy używali niegdyś mieczów, tarcz i hełmów miedzianych lub bronzowych.

Wogóle można przyjąć, że wprawdzie tu i ówdzie na ziemi znano żelazo na parę tysięcy lat przed narodzeniem Chrystusa, ale powszechne jego użycie nie jest starsze nad 2000 lat. Przytem dopiero w czasach najnowszych żelazo znajduje coraz więcej zastosowań; to też czasy obecne nazywamy nawet „wiekiem żelaza".

To, że ludzkość względnie niedawno poznała się z żelazem, tłumaczy się tem, iż żelazo czyste, czyli metaliczne, prawie się nie spotyka na powierzchni ziemi. Jest wprawdzie ogromna ilość tak zwanych rud żelaznych, to jest związków żelaza z innemi ciałami, ale z tych rud trzeba było dopiero nauczyć się otrzymywać żelazo czyste.

Jak się to robi, opowiemy dalej; a tymczasem poznajmy własności żelaza metalicznego, sztucznie otrzymywanego z rud żelaznych.

Znamy je w trzech głównych postaciach: jako surowiec, czyli żelazo lane, jako żelazo kute i stal.

Jakikolwiek gatunek żelaza weźmiemy, zawsze jest to ciało barwy szarej, po wygładzeniu błyszczące, ciężkie; bryła żelaza wielkości szklanki waży tyle, co 8 szklanek wody. Przy uderzeniu wydaje odrębny dźwięk; bardzo wyraźny i głośny jest on w uderzeniu stali. Twardość żelaza jest tak znaczna, że rysować go można tylko najtwardszemi kamieniami, jak krzemień lub djament. Szczególnie twarda jest stal hartowana, to jest mocno ogrzana i potem oziębiona raptownie w zimnej wodzie.

Żelazo lane ma budowę ziarnistą, to też dość łatwo się kruszy za uderzeniem. Najłatwiej kruszy się surowiec. Uderz mocno stary garnek żelazny kamieniem, a zrobisz w nim dziurę. Stal hartowana odznacza się wielką sprężystością, to znaczy, że po zgięciu powraca do dawnego położenia. Dobrą sza-

blę stalową można nagiąć końcem do rękojeści, a jednak wyprostuje się ona w zupełności. Dalej, posiada żelazo moc, tęgość na wszelki ucisk, co wraz z twardością stanowi niezmiernie ważną własność jego praktyczną. Na wyrób różnych rzeczy, które mają być twarde i mocne, używamy właśnie żelaza.

Weź gruby drut z żelaza kutego i spróbuj go naginać. Pójdzie ci to niełatwo. Ale ogrzej go mocno pośrodku, a zegniesz go z łatwością, bo w ogniu żelazo mięknie; wtedy łatwo je kuć, spłaszczać, wyciągać w druty. Tę własność nazywamy kowalnością i ciągliwością żelaza.

Żelazo w ogniu mięknie do tego stopnia, że daje się na gorąco skuwać razem. Gdy kowal chce skuć z sobą dwa końce obręczy, rozgrzewa je do białości, składa razem i silnie uderza młotem.

Na ogniu jeszcze mocniejszym, mającym około 1550 stopni, żelazo topi się zupełnie na ciecz gęstą, ognisto-białej, oślepiającej barwy. Taka ciecz żelazna po ostygnięciu daje znowu stałe żelazo, ale przytem zachowuje postać naczynia, w które została wlana. Na tej zasadzie robią się odlewy żelazne.

W ogniu część żelaza spala się, łącząc się z tlenem powietrza w czarny proszek. Rzuć na płomień nieco drobnych opiłków żelaznych, a spalą się w postaci pięknych ognistych gwiazdek.

W gorącu takiem, jakie jest w głębi wulkanów, żelazo nie tylko się topi, ale nawet zamienia się w parę żelazną. A więc nawet żelazo może przybierać trzy stany: stały, ciekły i lotny, zależnie od temperatury.

Dowiedzieliśmy się tedy dotąd, że żelazo jest twarde, mocne, niekiedy kruche; że jest sprężyste lub giętkie, kowalne i ciągliwe; na ogniu mięknie, a nawet roztapia się i paruje, a w ogniu może się spalić.

Wiadomo dalej, iż żelazo łatwo się psuje. Gwóźdź żelazny, klucz, nóż, długo nieużywane, rdzewieją, pokrywając się brunatno-czerwonym proszkiem, zwanym rdzą. Zczasem cały przedmiot żelazny zmienia się w kawał rdzy: rdza, jak mówimy, przegryza żelazo.

Co to jest rdza? skąd ona powstaje?

Rdza jest połączeniem żelaza z tlenem powietrza i z wodą. Rdza nie osiada na żelazie, ale tworzy się z tego żelaza przez połączenie chemiczne tlenu i wody z żelazem.

Gdybyś zważył dokładnie gwóźdź żelazny, zapisał sobie jego ciężar i zostawił go na wilgotnej ziemi, aby dobrze zardzewiał; gdybyś następnie ten gwóźdź zardzewiały znowu zważył: okaże się, że się ciężar jego powiększył. Musiał się powiększyć, bo przybyło teraz trochę tlenu i wody, które połączyły się z żelazem gwoździa.

Wiedząc o tem, dlaczego żelazo rdzewieje, chronimy je od tego malując je np. farbą olejną, która oddziela żelazo od wilgotnego powietrza. Albo też pokrywamy np. blachę żelazną warstewką cyny lub cynku, które trudniej rdzewieją. Nawet dobre wygładzenie chroni od rdzewienia; szczególniej stal wypolerowana trudno pokrywa się rdzą.

Ale nietylko z tlenem i wodą żelazo łatwo się łączy.

Weźmy trochę proszku z siarki i nacierajmy nim klucz żelazny: klucz prędko poczernieje. Jeszcze łatwiej sczernieje, jeśli go obsypiemy siarką i ogrzejemy nad lampą spirytusową. Ten czarny proszek, którym się żelazo pokryje, będzie związkiem żelaza z siarką. Gdy długo przepalamy kawałek żelaza z siarką, to wszystko żelazo łączy się z siarką i daje czarną kruchą masę, niepodobną ani do żelaza, ani do siarki.

Jeszcze parę prób możemy zrobić.

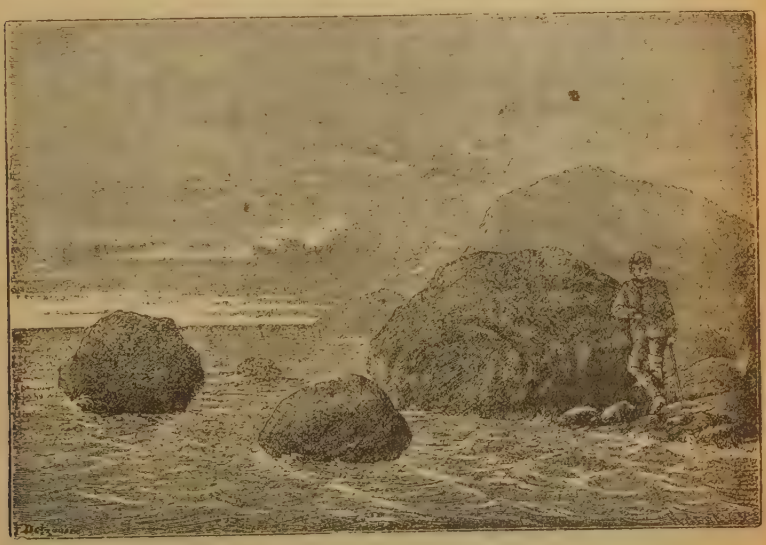
Nalewamy do kolby mocnego kwasu, np. kwasu solnego lub siarczanego, wkładamy tam drobne kawałki żelaza i ostrożnie od dołu ogrzewamy. Wkrótce zobaczymy, że dokoła kawałków żelaza zaczną się ukazywać pęcherzyki gazu, żelazo zacznie się kręcić, podskakiwać, kawałki jego będą się zmiejszały, a wkońcu znikną, rozpuszczą się. Zato kwas stanie się żółtym lub zielonym. Cóż się tutaj stało? Oto żelazo połączyło się z kwasem i dało nowe ciało.

Odparujmy kwas solny, w którym rozpuściliśmy żelazo: pozostanie wtedy ciemno-brunatna masa, t. zw. **chlorek żelazowy**; odparujmy kwas siarczany po rozpuszczeniu żelaza, a otrzymamy zielony **koperwas żelaza**, czyli **siarczan żelazowy**, ten sam, który sprzedają w aptekach, np. do czernienia skór.

Ciała otrzymane z połączenia żelaza z jakimbądź kwasem zowią się solami żelaza.

Sole żelaza mają tę ważną własność, że rozpuszczają się w wodzie; dlatego to w wodach gruntowych zawsze zawiera się żelazo, niekiedy nawet w dużej ilości. Żelazo zaś wolne, t. j. niezłączone chemicznie z innemi ciałami, w wodzie się nie rozpuszcza. Woda, zawierająca dużo soli żelaza, zowie się żelazistą. Woda żelazista służy często za lekarstwo; to też w miejscach, gdzie taka woda wytryska obficie z pod ziemi, powstają zakłady lecznicze.

U nas źródła lecznicze żelaziste znajdują się np. w Nałęczowie i Sławinku pod Lublinem, w Krynicy, Żegiestowie i innych miejscach. Bardzo często możemy spotkać wodę studzienną



Rys. 85.

czy źródlaną ze smakiem żelaznym. Poznać ją łatwo, bo na powierzchni takiej wody żelazistej zwykle tworzy się rdza żelazna, która potem opada na dno.

Wody łąkowe i jeziorne zawierają często tyle żelaza, że rdza żelazna osiada z nich w dużej ilości. Kto polował na łą-

kach, ten wie, że pełno na nich rdzy, która brudzi ubranie na rudo; stąd myśliwi łąki zwykle „rudą“ nazywają; „iść na rudę“— to znaczy iść polować na łące bagnistej. Na takich łąkach najlepiej lubią przebywać kszyki i dubelty.

Okazuje się z powyższego, że żelazo jest ciałem niespokojnem, które bardzo łatwo łączy się chemicznie z tlenem powietrza, z wodą, siarką i różnemi kwasami: dlatego to na powierzchni ziemi prawie niema żelaza wolnego, a tylko różne jego związki, czyli połączenia chemiczne żelaza z innemi ciałami. Jednakowoż tu i ówdzie znaleziono na ziemi bryły rodzimego wolnego żelaza. Bardzo niewiele ich jest pochodzenia ziemskiego, wydobyły się one z głębin ziemi przez wybuchy. Przeważnie zaś są to bryły spadłe na ziemię z przestrzeni gwiezdnej. (Rys. 85).

Nie możemy się tutaj bliżej nad tą ciekawą sprawą zatrzymywać, ale znana to rzecz, że na ziemię bardzo często spadają z przestworzy drobne pyły i kamyki, a niekiedy nawet duże bryły kamienne.

Tak w Austrji 26 maja 1751 roku spadł z nieba kamień ognisty, który rozpękł się ze strasznym hukiem i zarył się w rolę na półtora metra głęboko. We Francji w r. 1803 na niebie ukazała się kula ognista, która pękła i rozsypała się na ziemię gradem kamieni na przestrzeni 40 kilometrów. Najmniejszy z tych kamieni ważył 25 gramów, ale największy 7 kilogramów. (Rys. 86).

Podobne kamienie, zwane w nauce meteorami, bolidami, aerolitami, spadły u nas w r. 1868 pod Pułtuskiem.

W Brazylji znane są 2 takie bolidy, spadłe z nieba: jeden, ważący 2380 kilogramów, a drugi 7330 kilogramów.

Wszystkie te kamienie spadłe z nieba składają się albo z samego prawie wolnego żelaza, albo z żelaza pomieszanego z różnemi jego połączeniami, a także z różnemi minerałami kamienistemi, takiemi samemi, jakie znamy pospolicie na ziemi, lub niewiele tylko różniącemi się od nich.

Mieszkańcy wyspy Grenlandji (w Ameryce Północnej) i Madagaskaru (w Afryce wschodniej) oddawna używali narzędzi

i broni żelaznej, którą wyrabiali z żelaza, spadłego z nieba w postaci bolidów.

W każdym razie ilość żelaza niebieskiego jest tak nieznaczna, że nie posiada dla nas żadnego znaczenia, a całą olbrzymią ilość żelaza niezbędnego w życiu codziennem w przemyśle ludzkość czerpie z rud żelaza.

Najprostszą rudą żelaza, która spotyka się u nas bardzo często, jest **ruda błotna** lub **jeziorna**. Jest to skała niekiedy twarda, innym razem krucha i sypka, barwy jasno- lub ciemno-rdzawej. Składa się z żelaza, tlenu i wody.

Rys. 86.

Różne odmiany rudy o podobnym składzie noszą ogólną nazwę **żeleziaków brunatnych**. Żelaza jest w żeleziaku brunatnym do 70 procentów, używa się więc na wyrób żelaza wolnego; a oprócz tego na farbę żółtą (ochra żółta).

Drugą często spotykaną rudą krajową jest żeleziak czerwony (hematyt). Składa się on tylko z żelaza i tlenu. Barwy jest ciemno-wiśniowej; kresa na nim jest czerwona, jak również proszek z tej rudy. U nas żeleziak czerwony pospolity jest w Piotrkowskiem i Kieleckiem; znajduje się też na Śląsku, tworząc grube gniazda i pokłady wśród innych skał,

Najbogatszą ze wszystkich rud jest magnetyt, czyli żeleziak magnetyczny. Zowie się tak dlatego, że kawałki jej przyciągają żelazo, tak samo jak przyciąga je magnes sztuczny, jaki w każdym sklepie żelaznym kupić można za niewielką względnie cenę. Gdy magnetyt zbliżymy do drobnych kawałków lub opiłków żelaznych, przyskakują one do niego i przylegają z powodu działania pewnej siły, którą nazywamy magnetyczną i która jest pokrewna z elektrycznością.

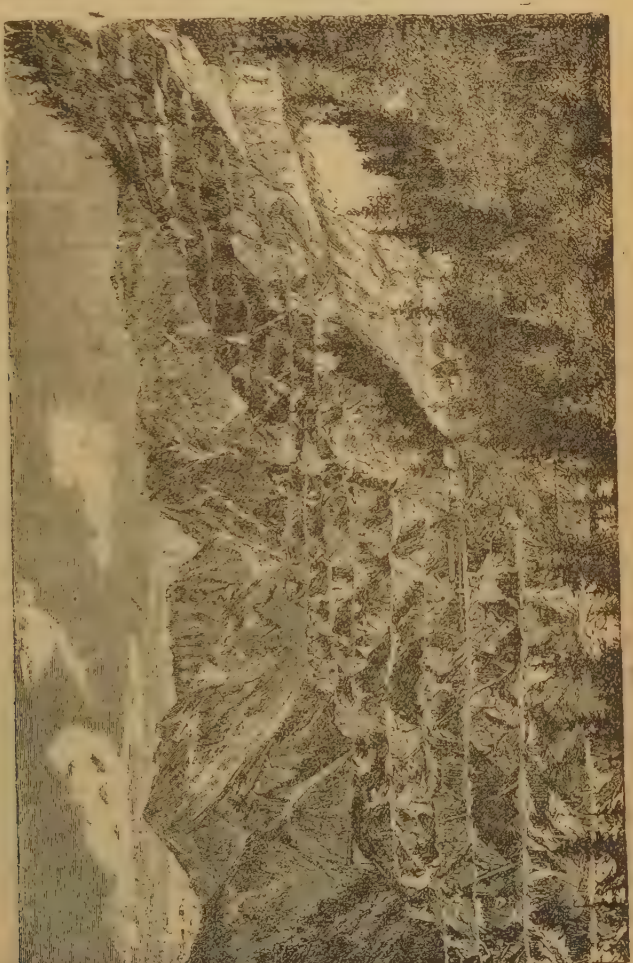
Magnetyt jest barwy ciemno-szarej lub czarnej. Zawiera do 80 procentów żelaza. Znajduje się w ziemi w ogromnych pokładach, które gdzieniegdzie w postaci całych gór wystają nad powierzchnię ziemi. Tak w Szwecji słynne są góry: Helliwar i Taberg, a w Rosji na Uralu Błagodat', Kaczkanar i Magnitnaja, złożone z magnetytu. Powiadają, że gdyby na świecie zostało tyle tylko żelaza, co w górze Helliwar, to starczyłoby go jeszcze dla całej ziemi na kilka tysięcy lat. Góra Błagodat' sama jedna dostarcza 50 miljonów kilogramów żelaza rocznie,

Z innych rud żelaza zasługują na uwagę: spat żelazny który zawiera dwutlenek węgla, i piryt. Piryt jest bardzo ładny: są to kryształy jak gdyby mosiężne, pięknie połyskujące. Piryt jest ciałem składającem się z żelaza i siarki. Nie nadaje się on na wytapianie żelaza, ale zato używamy go na wyrób kwasu siarkowego.

Prawie każdy kraj ma mniej lub więcej obfite pokłady rud żelaza. U nas znaczne pokłady żeleziaków brunatnych i czerwonych ciągną się w różnych miejscach w Radomskiem, Piotrkowskiem i Kieleckiem. Anglja, Rosja, Belgja, Stany Zjednoczone Ameryki Północnej słyną z ogromnych ilości rud żelaza.

Wydobywanie rudy żelaza odbywa się podobnie, jak innych kopalin.

Gdzie ruda dochodzi do powierzchni ziemi, tam wyłamuje się ją stopniowo, prowadząc roboty „na odkrywkę“, to jest pod niebem, piętrami, czyli ustępami, jak to widać na załączonym obrazku. (Rys. 87).



Rys. 87.

Gdy ruda leży głębiej, zakłada się kopalnię z szybami, windami, chodnikami i komorami podziemnemi, zupełnie tak samo, jakeśmy to widzieli w kopalni węgla lub soli.

Z kopalni ruda idzie do huty żelaznej, gdzie działaniem węgla i gorąca wytapiają z niej żelazo.

Najważniejszą częścią huty żelaznej są wielkie piece. (Rys. 88).

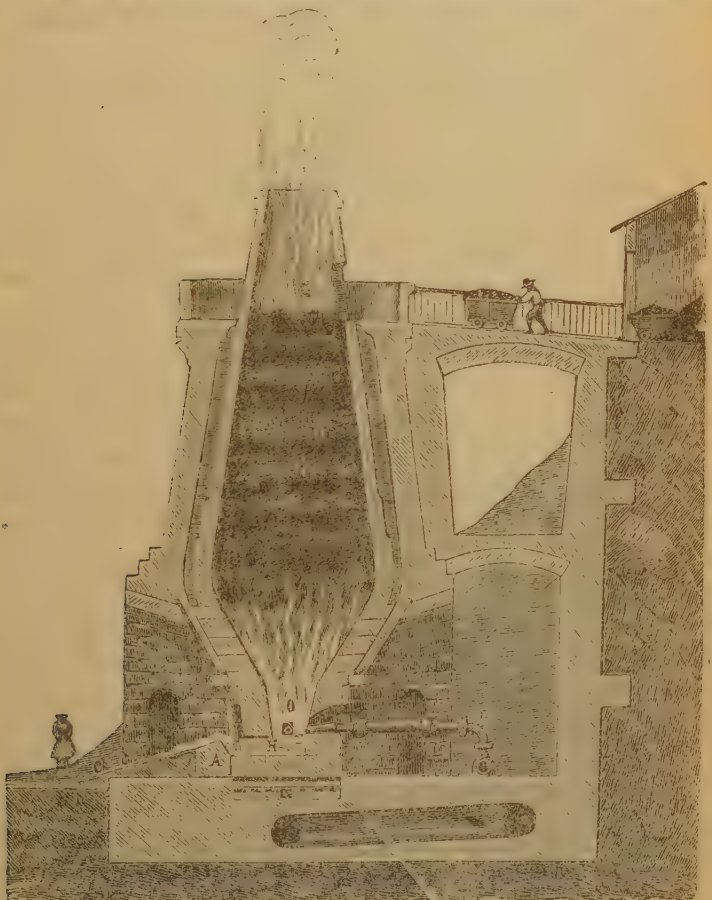
Zdala „wielki piec", zbudowany z żelaza i cegły ogniotrwałej, wygląda jak ogromna wieża, do 20 metrów wysoka. Szerokie wejścia prowadzą do spodu pieca. Z boku dochodzą ogromne rury bąków parowych, wdmuchujących gorące powietrze. Nad piecem unoszą się kłęby dymu i coraz wybiegają wysoko języki ognia. Szczególniej w nocy widok huty żelaznej, gdzie pracuje kilka pieców, jest wspaniały. Czernieją one zdala jak ucięte stożki wulkanów, nad któremi kłębią się dymy, wylatują tysiące iskier i płomieni, wywołując szerokie łuny na ciemnem niebie.

Chcąc zrozumieć budowę wielkiego pieca, przyjrzyjmy mu się w przekroju. Składa się on z części górnej, rozszerzonej, która napełnia się rudą, i dolnej, zwężonej, gdzie się zbiera wytopiony surowiec. Ściany pieca są podwójne; pomiędzy niemi znajduje się przerwa, przez którą nieustannie przepływa ogrzane powietrze. U dołu z lewej strony widać rurę od bąków, wdmuchujących powietrze, również ogrzane. Z prawej strony znajduje się zasuwa żelazna, po jej usunięciu żelazo będzie wypływało z pieca.

Piec taki trzeba przedewszystkiem rozpalić. Praca to niełatwa, trwająca parę miesięcy dzień i noc. Raz rozpalony piec, doprowadzony do 1200 stopni temperatury, musi się palić nieustannie; zagaśnięcie wielkich pieców to zatrzymanie się huty na długi czas. Do rozpalenia pieca używa się węgli kamiennych lub drzewa.

Skoro piec dostatecznie jest gorący, zaczyna się wypełnianie rudą. Dla łatwiejszego zrozumienia, przypuśćmy, że tą rudą jest brunatny żeleziak, który składa się, jak wiemy, z żelaza, tlenu i wody, a oprócz tego zawiera zwykle różne domieszki gliny, krzemionki i t. p. Żeby z takiej rudy otrzymać żelazo,

trzeba usunąć z niej wszystkie inne ciała. Jedne z nich usuwamy zapomocą węgla, a inne zapomocą t. zw. topnika, to jest masy, złożonej z gliny i wapna. Wiadomo, że piasek, zmieszany z gliną i wapnem, dość łatwo wytapia się i daje szkło.



Rys. 88.

Jeśli więc ruda zawiera dużo krzemionki, dodajemy do niej gliny i wapna; jeśli ma dużo gliny, dodajemy piasku z wapnem.

Sypią tedy robotnicy z góry najpierw pewną ilość łaczek węgla (drzewnego lub koksu); potem sypią znów warstwę rudy,

pomieszanej z topnikiem, potem warstwę węgla, na nią warstwę rudy i t. d. naprzemian aż do samego wierzchu. Rudę, topnik i węgiel na wierzch pieca dostawiają osobne windy parowe. Pod wpływem mocnego gorąca i stykania się z węglem ruda zaczyna się rozkładać. Tlen z rudy łączy się z dodanym węglem i daje dwutlenek węgla, który ulatuje z pieca, a z nim razem ulatnia się woda; domieszka gliny, piasku i innych ciał stapia się z dodanym topnikiem i daje płynną masę szkła, zwanego żużlem, który spływa na dół, na spód pieca.

Z całej rudy pozostało wolne żelazo, które topi się na ciecz i również spływa do dolnej części pieca. Ale żelazo jest znacznie cięższe od żużla, więc zbiera się na dnie, a na jego powierzchni unosi się lżejsza masa roztopionego żużla.

Co pewien czas robotnik otwiera rurę boczną i żużel ten wypuszcza do kotłów, które odwożą go na bok i wyrzucają na ziemię. Tutaj żużel stygnie, dając masę zielonawą lub czarną, dziurkowatą, podobną nieco do lawy z wulkanu. Dawniej żużle usuwano z huty jako odpadki, wyrzucano je na drogi i t. p. Potem okazało się, że w żużlach żelaznych zawiera się często znaczna ilość związków fosforu, mogących służyć za pożywienie roślinom. Zaczęto więc te żużle mleć na proszek i sprzedawać rolnikom pod nazwą żużli Tomasa, czyli tomasyny („tomasówki"). Jest to wyborny nawóz pod wszelkie płody rolnicze. Tak samo jak żużle, co pewien czas z dolnej części pieca wypuszcza się roztopiony, płynny surowiec.

Piękny to widok, gdy za otwarciem pieca wylewa się z niego do podstawionych tyglów ognisty strumień rozgrzanego do białości żelaza. Słychać przy tem jakiś głuchy dźwięk, a z płynnej masy coraz wyskakują iskry ogniste, migając niby wielkie gwiazdy w powietrzu. „Na bok! na bok! ostrożnie!" — rozlega się na wszystkie strony. Usuwamy się więc z drogi robotnikom, dźwigającym tygle z roztopionym surowcem, i idziemy za nimi dalej do odlewni.

Jeśli chodzi tylko o przygotowanie surowca prostego, który ma iść do dalszej przeróbki, to robotnicy wylewają roztopione żelazo do długich, w mokrym piasku zrobionych rynienek i zagłębień, które surowiec wypełnia; zastygły daje półokrągłe, płas-

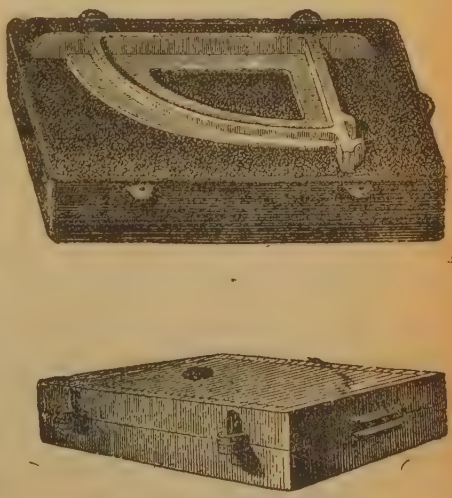
kie pod spodem bryły żelaza surowego, które kolejami czy wozami odstawiają do właściwych fabryk żelaznych.

Jeśli trzeba przygotować odlew żelazny, to jest przedmiot odlany z surowca, co odbywa się zwykle nie w hucie, ale w fabryce żelaznej, to postępują inaczej.

Najpierw w rysowni fabrycznej przygotowują ścisły rysunek przedmiotu, który ma być odlany, np. koła trybowego lub innej części maszyny; do rysunku dodane są dokładne wymiary przedmiotu.

Podług tego rysunku i wymiarów w modelarni fabrycznej stolarze wyrabiają ten przedmiot, ale z drzewa. Robią np. koło trybowe drewniane. Nazywa się to modelem.

Teraz model idzie do odlewni, gdzie podług niego robią formę wklęsłą w wilgotnej ziemi, pomieszanej z gliną i proszkiem granitowym. Do każdego prawie przedmiotu forma przygotowuje się inaczej. Przedmioty proste, np. lane drzwiczki do pieca, odciskają się w ziemi jak pieczątka w laku, pozostawiając odpowiednie zaklęśnięcia. Przedmioty z dwóch stron wypukłe odciskają się dwukrotnie: jedna połowa w jednej formie, a druga w drugiej. Obie formy mają zwykle postać dwóch skrzynek żelaznych bez wieka, napełnionych ziemią; po włożeniu i wyjęciu modelu drewnianego w każdej skrzynce zostaje wklęsła przestrzeń, odpowiadająca połowie modelu. Gdy złożymy razem obie połówki formy, to wewnątrz będzie pusta przestrzeń, którą przedtem zajmował cały model. (Rys. 89).



Rys. 89.

Na odlewy delikatniejsze surowiec najpierw przetapiają jeszcze raz, oczyszczają i dopiero nalewają go w formy.

Z surowca wyrabia się żelazo kute i stal.

Prócz tych własności, które podaliśmy wyżej, surowiec, żelazo kute i stal różnią się od siebie zawartością węgla. Należy bowiem zauważyć, że przy wytapianiu żelaza z rudy pewna ilość węgla wprost stapia się z żelazem, rozpuszcza się w niem, jak cukier w herbacie lub kawie, i pozostaje w niem, gdy żelazo zastygnie.

W stu częściach surowca zawiera się około czterech części węgla; żelazo kute zawiera węgla bardzo mało, bo najwyżej pół części węgla na sto części żelaza; stal zaś jest niejako gatunkiem pośrednim pomiędzy surowcem, czyli żelazem lanem, a kutem, sto bowiem jej części zawiera węgla od połowy do półtorej części. Ta niewielka zawartość węgla w żelazie nadaje mu różne własności.

Żeby z surowca otrzymać żelazo kute, trzeba surowiec pozbawić węgla. Robi się to, ogrzewając go jeszcze raz mocno przy ciągłym dostępie powietrza. Wtedy tlen powietrza łączy się z węglem surowca i ulatnia się jako dwutlenek węgla, a pozostaje prawie czyste żelazo. Żelazo to idzie pod wielki młot, poruszany parą, gdzie odkuwa się w zbitą, spoistą masę.

Z pod młota żelazo kute przechodzi pod walce, to jest pomiędzy wały stalowe, obracane maszyną, jeden za drugim. Tutaj spłaszcza się ono w blachy, albo wyciąga w sztaby i druty. Niezmiernie pouczający jest widok takiego walcowania sztab żelaznych.

Oto na wózku dwukołowym podwożą robotnicy grubą, niezgrabną, rozżarzoną do czerwoności bryłę żelaza, dopiero co odkutego młotem. Bryłę tę inni robotnicy chwytają olbrzymiemi kleszczami i wkładają pomiędzy dwa walce z dużemi odstępami. Zgrzytnęły koła, zaskrzypiały walce — i oto bryła żelazna, zgnieciona, ściśnięta przez nie, wysuwa się z drugiej strony dłuższa, a cieńsza, niż była przedtem.

Znowu chwytają ją kleszcze, znów wkładają pomiędzy walce o mniejszych odstępach. Bryła wałkuje się teraz w grubą a długą sztabę. Przeszedłszy przez odpowiednie walce, wychodzi z nich wreszcie, jak wąż ognisty, długi a cienki, sztaba żelazna grubości takiej, jaka jest potrzebna.

Dalsza obróbka żelaza kutego należy już do tokarzy, kowali, kotlarzy, blacharzy, ślusarzy i innych rzemieślników, którzy bądź ręcznie, bądź z pomocą mechanicznych, parą lub elektrycznością poruszanych młotów, dłót, pilników, nożyc i t. p., wyrabiają z żelaza kutego tysiące rzeczy pierwszorzędnego pożytku.

Z surowca wyrabia się także stal. Ponieważ zawiera ona mniej węgla, niż surowiec, ale więcej, niż żelazo kute, można ją przeto otrzymać z surowca, odjąwszy mu tylko część węgla. Sposobów na to jest wiele, opisywać ich jednak tutaj nie będziemy. Wspominamy tylko, że można stal otrzymać i z żelaza kutego, stapiając je z odpowiednią ilością węgla.

Stal świeżo wytopiona jest miękka i wybornie odlewa się w formach. Stal hartowana, to jest raptownie oziębiona po mocnem rozgrzaniu, staje się bardzo twarda i sprężysta.

Używamy stali na igły, brzytwy, broń sieczną, lufy do strzelb i armat, na kosy, lemiesze, siekiery, pilniki, dłóta i t. p.

Żaden metal nie daje tyle pożytku, co żelazo. Od maleńkiej, jak włosek cienkiej sprężynki w zegarku aż do kolei żelaznych, parowozów, parostatków i wszelkiego rodzaju machin — wszystko zrobione jest z żelaza i z pomocą żelaznych narzędz. Z tego względu jest to najcenniejszy ze wszystkich metali. Jeśli jaki możnaby nazwać „królem metali“, to nie srebro, nie złoto, lecz szare, prawdziwie drogocenne żelazo. Ono jest tym wielkim skarbem, któremu zawdzięczamy dzisiejszy stan naszej cywilizacji. Odejmijmy człowiekowi obecnemu żelazo, a stanie się on napowrót dzikusem.

Nietylko jednak przemysłowe pożytki mamy z żelaza. Ciało to ma wogóle w przyrodzie bardzo doniosłe i powszechne znaczenie.

Badania uczonych botaników wykazały, że żelazo jest niezbędne do utworzenia się w roślinie tych drobniuteńkich ziarenek zielonych, które nadają liściom zieloność i służą im do chwytania z powietrza dwutlenku węgla. Hodujmy roślinę w ziemi pozbawionej zupełnie żelaza: liście jej będą blade, żółtawe; będzie ona chorowała na blednicę, będzie marniała i zamrze, jeśli nie poratujemy jej w porę dodaniem jakiejbądź soli żelaza.

Bez żelaza rośliny nie wyrabiałyby ziarnek zieleni, nie mogłyby przyswajać węgla, a więc nie mogłyby istnieć.

Ciekawa rzecz, iż to samo byłoby ze zwierzętami i ludźmi. Żelazo jest niezbędnym składnikiem krwi. Człowiek mający w sobie za mało żelaza jest blady, bezkrwisty, słaby. Takiemu lekarz zapisuje jako lekarstwo wodę żelazistą, pigułki zrobione z chemicznych połączeń żelaza lub żelaziste kąpiele. Jak roślina bez żelaza nie wytwarza zielonych ziarnek w swych liściach, tak człowiek czy zwierzę bez żelaza nie wytwarza dostatecznej ilości czerwieni w krwi. Wiele ludzi choruje i umiera nawet na blednicę, jeśli we krwi ich za mało jest żelaza.

Żelazo do roślin dostaje się z wód gruntowych, które zawsze mają rozpuszczone w sobie niewielkie ilości soli żelaznych. Żelazo do krwi zwierząt i ludzi dostaje się z pokarmami roślinnemi i zwierzęcemi. Gdy we krwi za mało jest żelaza, dodajemy go w lekarstwach.

Jeszcze jedno słowo. Mówiliśmy, iż żelazo jest ciałem niezmiernie rozpowszechnionem; rudy jego widzieliśmy rozrzucone znacznemi pokładami po całej kuli ziemskiej; znajdujemy żelazo w czerwonej krwi zwierząt i ludzi. Ale na tem nie kończy się rozpowszechnienie żelaza.

Jak przekonały badania, żelazo wchodzi w skład prawie wszystkich skał ziemskich. A przytem w ogromnej ilości znajduje się ono wewnątrz ziemi, w tej rozpalonej masie, która wypełnia całe wnętrze kuli ziemskiej. Pewien podróżnik szwedzki (Nordenskjöld) podczas wyprawy na wyspę północną Grenlandję znalazł tam bryły surowca dość znacznych wymiarów. Wszystko wskazywało, że były one niegdyś wyrzucone z wnętrza ziemi podczas jakiegoś wybuchu wulkanicznego. Niektórzy uczeni sądzą, że całe rozpalone wnętrze ziemi składa się przeważnie z żelaza.

Widocznie zaś ten ważny kruszec wchodzi również w skład innych ciał niebieskich, skoro spada nam z nieskończonych przestworów świata w postaci meteorów, bolidów i pyłu żelaznego.

XIX. Miedź.

Drugie miejsce wśród metali pod względem pożytku zajmuje miedź.

I ona posiada swoją ważną kartę w dziejach ludzkości. Wspomnieliśmy przy żelazie, że niegdyś ludzie znali tylko broń kamienną. Prawdopodobnie bardzo długo trwał ten „okres kamienny“ w rozwoju człowieka. Po nim nastąpił „okres bronzowy“, gdy ludzie nauczyli się wytapiać bronz i z tego metalu zaczęli wyrabiać broń i ozdoby. A czemże jest bronz? Jest to sztuczny metal, który otrzymuje się, topiąc razem na ogniu miedź z cyną.

Rozkopując stare mogiły, w jednych znaleziono tylko narzędzia kamienne; te były widocznie najstarsze, z „czasu kamiennego“. W innych znajdujemy równocześnie narzędzia kamienne i bronzowe lub miedziane: są to mogiły z tych czasów, kiedy znano już miedź i bronz, ale nie zarzucono jeszcze kamienia. Wreszcie wśród wykopalisk jeszcze nowszych nie widzimy już wcale narzędzi kamiennych, lecz wyłącznie bronzowe. Dopiero po miedzi i bronzie nastąpił „okres żelaza“.

Chcąc poznać własności miedzi, weźmy świeży pieniądz miedziany. Jest on zrobiony prawie z czystej miedzi, z nieznacznym dodatkiem żelaza.

Czysta miedź jest metalem pięknej czerwonej barwy z mocnym połyskiem.

Od żelaza jest ona nieco cięższa (dziewięć razy cięższa od wody), ale jest miększa, bardziej kowalna i ciągliwa, niż żelazo. Miedź można odkuwać i walcować nawet na zimno, chociaż z miedzią ogrzaną praca idzie oczywiście łatwiej.

Przez walcowanie otrzymujemy z miedzi blachy do krycia dachów, przez wyciąganie na drutownicy drut miedziany, używany szczególniej do przyrządów elektrycznych: dzwonków, telegrafów i innych.

Włóżmy kawałek miedzi do próbówki, nalejmy jakiego kwasu i ostrożnie ogrzejmy. Ostrożnie, bo kwas i tak niszczy skórę, a rozgrzany, w razie pęknięcia próbówki, może się stać bardzo niebezpieczny. Szczególniej groźne są oparzenia kwasem

siarkowym i dlatego lepiej go do doświadczeń nie używać. Otóż z wszelkiemi kwasami miedź łączy się i daje roztwory, zwykle zielonawe lub niebieskawe. Z roztworów tych przez powolne wyparowanie można otrzymać sól miedziową. Taką pięknie krystaliczną solą miedziową jest błękitny koperwas miedziany, czyli siarczan miedzi, używany do wytwarzania prądu elektrycznego.

Kawałek siarczanu miedzi rozpuśćmy w wodzie: otrzymamy niebieski roztwór. Wyparujmy ten roztwór — na dnie naczynia pozostanie niebieskawa sól miedziowa.

Szczyptę soli miedzi rzućmy na płomień lampki spirytusowej, a płomień stanie się zielony. Tak samo zielony staje się płomień, gdy w nim ogrzewamy wolną miedź, bronz lub wogóle cokolwiek, w czem się miedź znajduje. Pochodzi to stąd, iż miedź w płomieniu ulatnia się, a rozżarzona jej para ma kolor zielony. Po tem można łatwo odkryć miedź np. w pierścionkach tombakowych, w mosiądzu i innych ciałach.

Pieniądze miedziane są zawsze prawie ciemne, niebłyszczące. Pochodzi to poczęści od brudu, poczęści od połączenia miedzi z tlenem powietrza w czarną masę. Zetrzyjmy czemkolwiek ten czarny osad, a pod spodem znajdziemy błyszczącą, czerwoną miedź. Można ten czarny osad uważać za rdzę miedzi, tak samo jak czerwono-brunatny osad na żelazie jest rdzą żelaza.

Wiadomo, że przedmioty miedziane, które długo leżały w miejscu wilgotnem, często pokryte są masą jasno-zieloną lub niebieskawo-zieloną, którą nazywamy śniedzią. Jest to związek miedzi z tlenem, ale z dodatkiem dwutlenku węgla i wody. Śniedź miedziana i wogóle wszelkie związki miedzi są mocno trujące; nieraz zdarzały się wypadki otrucia ludzi, którzy jedli potrawy, ugotowane w garnkach lub rondlach zaśniedziałych. Żeby rondle, brytwanny i inne naczynia kuchenne miedziane uczynić nieszkodliwemi, trzeba je powlec warstewką jakiego ciała, nie dającego szkodliwych związków. Takiem ciałem jest cyna, metal srebrzysty z pozoru, z którym zapoznamy się dalej. Wtedy też opiszemy, jak się wykonywa takie cynowanie, czyli pobielanie naczyń miedzianych.

W ogniu powierzchnia miedzi czernieje lub pokrywa si

granatowym i fioletowym nalotem rdzy. Miedź topi się w temperaturze niewiele co niższej od temparatury topliwości żelaza W formach czysta miedź odlewa się niebardzo dobrze; to też odlewy robią się zwykle ze sztucznych stopów miedzi z innemi metalami. A miedź wogóle bardzo łatwo stapia się z niemi, np. z cyną, cynkiem, ołowiem.

Ze stopów tych dwa zasługują na większą uwagę: bronz i mosiądz.

Bronz, jakeśmy to już mówili, jest stopem miedzi z cyną. Obydwa te metale są miękkie, ale po stopieniu dają niejako nowy metal, odmienny nieco od swych części składowych, wyborny na odlewy i twardy. Stosownie do ilości cyny i miedzi, bronz bywa różnej barwy i różnego gatunku. Mamy bronzy żółte i ciemno-brunatne. Z bronzu odlewa się posągi, świeczniki, podstawy do lamp, klamki do drzwi i okien, oraz różne drobiazgi. Piękne odlewy bronzowe są bardzo cenne. Pomniki Kopernika i Mickiewicza w Warszawie są odlane z bronzu; również z bronzu jest pomnik Grunwaldzki w Krakowie.

Odmianą bronzu jest śpiż na dzwony i śpiż armatni. Pierwszy w 100 kilogramach zawiera 22 kilogramy cyny i 78 kilogramów miedzi — i odznacza się donośnym dźwiękiem. Drugi w stu kilogramach ma 11 kilogramów cyny i 89 kilogramów miedzi i jest bardzo wytrzymały na parcie gazów, powstających przez wybuch prochu.

Z wyrobów bronzowych odlewanych i kutych słyną Chińczycy, Persowie i Japończycy.

Tańszy znacznie od bronzu, a bardziej rozpowszechniony i pożyteczniejszy jest mosiądz, metal barwy żółtej, zielonawej lub czerwonej, przypominający złoto. Jest on stopem miedzi z cynkiem.

Są różne gatunki mosiądzu. Zwyczajny, żółty, zawiera w 100 kilogramach 68 kilogramów miedzi i 32 kilogramy cynku. Robią z niego klamki do drzwi, oprawy do lamp, świeczniki, żelazka do prasowania, druty, szpilki, guziki i t. p.

Mosiądz zielony zawiera cynku więcej, niż żółty.

Mosiądz, którego sto kilogramów zawiera w sobie 15 kilogramów cynku i 85 kilogramów miedzi, ma barwę czerwona-

wo-złocistą i zowie się tombak. Mnóstwo rzeczy, szczególniej ozdób, robi się z tombaku, np. łańcuszki do zegarków, pierścionki, zapinki (broszki) i t. p. drobiazgi. Wszystko to początkowo błyszczy jak złoto, ale potem czernieje i okazuje swą małą wartość: nie wszystko złoto, co się świeci.

Przeciwnie, niż żelazo, miedź spotyka się w przyrodzie i wolna, czyli metaliczna, i w postaci związków z innemi ciałami, to jest kruszców miedzi. Miedź czysta, rodzima, przedstawia się w postaci drobnych kryształków ośmiościennych, jakby zlepionych ze sobą w krzaczkowate bryłki. U nas samorodki miedzi znajdują się w Miedzianogórze pod Kielcami, skąd dawniej miedź wydobywano.

Kruszców miedzi jest wiele; z ważniejszych wspomnimy następujące.

Kruszec miedzi czarny i czerwony. Oba składają się z miedzi i tlenu. Obficie spotykają się szczególniej w Szwecji. Oba służą do wytapiania miedzi. Mają jednak i inne zastosowania. Tak np. przez dodanie do masy roztopionego szkła proszku z czarnego kruszcu miedzi szkło nabiera barwy jasno-zielonej; dodawszy proszku z kruszcu czerwonego, otrzymują szkło czerwone.

Kruszec miedzi zielony, czyli malachit. Jest prześlicznym kamieniem zielonym, w białe paski i kółka, podobnym do marmuru. Daje się rzeźbić i polerować tak samo, jak marmur. Używa się na słupy w kościołach i pałacach, do wykładania ścian, na wierzchy do stolików, szklanki, figurki rzeźbione i t. p.

Bogate pokłady malachitu i innych kruszców miedzi znajdują się w górach Uralskich.

Inne kruszce miedzi, jak błyszcz miedzi, kruszec pstry — zawierają siarkę, odznaczają się mocnym połyskiem i prawidłową postacią swoich kryształów.

Obraz kopalni i huty miedzianej podobny jest do kopalń i hut żelaznych: te same wielkie piece do wytapiania miedzi, te same kominy, składy węgla, szopy, domy mieszkalne i miesz

czące w sobie biura. Setki ludzi, jak mrówki, roją się koło pieców. Jedni wyładowują kruszec i węgiel, dowożone kolejką z odległej kopalni. Inni wsypują te materjały do maszyn, które podnoszą je w górę. Tam na taczkach dowożą kruszec i węgiel do piekielnej czeluści pieca. Ówdzie wylewają wytopiony metal. Ruch, życie, pośpiech i wytężona praca — oto ogólny obraz każdej kopalni i huty, tych najważniejszych źródeł bogactwa każdego narodu.

Krajem posiadającym największe pokłady kruszców miedzi są Stany Zjednoczone Ameryki Północnej. Wytapianie miedzi odbywało się tam jeszcze na długi czas przed przybyciem Europejczyków. W pewnej miejscowości nad jeziorem Górnem koloniści europejscy przypadkiem odkryli pod pokładem odwiecznego lasu starą, zarzuconą kopalnię miedzi, w której niegdyś jeszcze czerwonoskórzy Indjanie prowadzili roboty kamiennemi młotami. Młoty takie i t. p. narzędzia znaleziono w chodnikach kopalni wraz ze stertami węgla drzewnego, który służył do wytapiania miedzi.

W Hiszpanji, która również obfituje w miedź, przed paru tysiącami lat pracowici Fenicjanie kopali kruszec i wytapiali miedź, a za panowania Rzymian około 20,000 niewolników pracowało w hiszpańskich kopalniach miedzi. Dotąd spotykają się tam stare, zarzucone kopalnie, chodniki i drogi, jeszcze przez Rzymian porobione, dla łatwiejszego wydobywania i wywożenia kruszcu miedzi.

XX. Ołów.

Nie każdy ma bezpośrednio do czynienia z ołowiem, ale pośrednio wszystkim nam metal ten wielkie oddaje usługi. Naprzykład: z ołowiu z dodaniem innego metalu (antymonu) odlewają się litery, służące do drukowania książek, zwane czcionkami. Z ołowiu robi się śrut i kule karabinowe. Z ołowiu wyrabiają rury do przeprowadzania cieczy i gazów, plomby i inne

znaczki na towarach, na znak opłacenia cła, czyli podatku na granicy. Kupując paczkę herbaty, widzimy, że jest ona owinięta w papier ołowiany, żeby mniej wietrzała.

Ale nietylko wolny, metaliczny ołów przynosi nam korzyść: mamy też wiele pożytku z różnych jego związków z innemi ciałami. Tak, lichszy gatunek farby białej olejnej otrzymuje się z ciała zawierającego ołów; z innego ołowiu mamy farbę żółtą i pomarańczową. Związek ołowiu z tlenem daje czerwoną minję, proszek, używany jako kit do spajania rur żelaznych, jako farba i t. d. Nawet pewne lekarstwa zawierają w sobie ołów. W aptekach sprzedają sól, zwaną cukrem ołowianym. Sól ta, o kwaśnym zapachu, po rozpuszczeniu w wodzie daje roztwór, zwany wodą uśmierzającą, czyli gulardową. Używamy tej wody jako przymoczki na guzy, stłuczenia i t. p.

Wziąwszy do ręki kawałek ołowiu, czujemy przedewszystkiem, że jest on ciężki, cięższy od żelaza. Łyżka ołowiu waży tyle, co 11 takich samych łyżek wody.

Nożem ołów kraje się łatwo, gdyż jest bardzo miękki, tak miękki, że na papierze zostawia ciemny ślad. Dlatego dawniej używano go na ołówki do pisania, i stąd właśnie pochodzi nazwa ołówków.

Ołów daje się kuć niezmiernie łatwo, za lada naciskiem rozgniata się w blaszkę. Uderz plombę ołowianą młotkiem, a rozpłaszczy się natychmiast. Przez walcowanie daje arkusze papieru ołowianego, używanego właśnie do opakowania herbaty. Przy uciskaniu szczypcami odpowiedniej formy daje plomby, jak to widzimy np. na kolei przy plombowaniu wagonów.

Czysty ołów jest barwy ciemno-szarej (ołowianej), z mocnym połyskiem. Na powietrzu jednak prędko traci połysk, pokrywając się warstewką ciemnej rdzy ołowianej.

W wodzie czystej nie rozpuszcza się, ale rozpuszcza się w wodzie zawierającej kwasy, dając przy tem związki, zwane solami ołowiu. Zarówno sam ołów, jak i jego związki, są truciznami. Dlatego nie należy dzieciom dawać zabawek ołowianych.

W ogniu topi się z łatwością: w łyżce blaszanej można w kilka minut stopić bryłkę ołowiu. Po stopieniu przedstawia

się jako płyn gęsty, pięknie połyskujący i oczywiście bardzo gorący. Broń Boże sparzyć się roztopionym ołowiem, bo rany są niebezpieczne. Kto przygotuje sobie wklęsłą foremkę z gipsu lub kredy, może, zachowując należytą ostrożność, zrobić odlew ołowiany, podobnie jak robią odlewy gipsowe, żelazne i inne. Jak wszystkie bowiem metale, ołów po zastygnięciu twardnieje napowrót, wypełniając dokładnie formę. W taki sposób robią odlewy ołowiane, jak naprzykład kule i loftki, do czego służą osobne formy żelazne. Śrut wyrabiają tak, że roztopiony ołów wylewają z naczynia do bardzo głębokiego dołu, np. do starej opuszczonej studni. Spadając na dół, ołów rozbija się na drobne kuleczki różnej wielkości, które zastygają w wodzie na dnie dołu. Potem sortują je, przesiewając przez odpowiednie sita, i wygładzają.

Ołów, łącząc się z tlenem, wodą i dwutlenkiem węgla, wytwarza biały proszek, czyli biel ołowianą, której używa się na wyrób białej farby olejnej. Z kwasem octowym ołów daje cukier ołowiany, albo octan ołowiu, o którym mówiliśmy wyżej. Kupcie trochę cukru ołowianego i rozpuśćcie go w wodzie. Do tego teraz dolejcie roztworu wodnego soli czerwonej, zwanej dwuchromianem potasu, a otrzymacie piękną farbę pomarańczowo-żółtego koloru.

Ołów spotyka się w przyrodzie dość często w postaci różnych kruszców. U nas w kraju kruszce ołowiu znajdują się w Kieleckiem, w pobliżu Kielc i pod Olkuszem.

Można sztucznie otrzymać czysty ołów w bardzo pięknych kryształkach, a to w następujący sposób.

Rozpuścić łyżkę cukru ołowianego w szklance wody i w roztworze tym zawiesić kawałek czystego cynku. Po paru godzinach cynku ubędzie, a na jego powierzchni osadzą się rozgałęzione połyskujące blaszki: będą to kryształy ołowiu, które oddzieliły się od kwasu.

Wogóle jednak ołów, tak samo jak żelazo i miedź, wytapia się na mocnym ogniu z kruszców ołowiu.

Najwięcej ołowiu dostarcza Anglja i Śląsk Górny; pozatem dużo kruszców ołowiu znajduje się w Rosji, Austrji i Ameryce.

Kruszce ołowiu tworzą zwykle rozgałęzione żyły wśród skał górskich (Rys. 90). Niekiedy żyły te mają kilka kilometrów długości i po kilka metrów grubości.

Najpospolitszym kruszcem ołowiu jest galenit, albo galena, nazywany też niekiedy błyszczem ołowiu. Kruszec ten, z pozoru zupełnie podobny do czystego ołowiu, jest twardy, kruchy, złożony z wyraźnych kryształów, bardzo mocno błyszczących. Jest to kruszec bardzo bogaty w ołów, zawiera do 80% czys-

Rys. 90. Żyły rudy metalicznej.

tego ołowiu, a resztę siarki; galena bowiem jest to związek ołowiu z siarką. Ołów bardzo łatwo łączy się z siarką, nic więc dziwnego, że w przyrodzie mogły się wytworzyć żyły i gniazda siarczystego kruszcu ołowiu.

Posyp kawałek ołowiu siarką i zapal tę siarkę. Po spaleniu otrzymasz czarną plamę: będzie to siarczek ołowiu, ołów związany chemicznie z siarką. Otóż takim samym siarczkiem ołowiu jest galena, tylko że wytworzyła ona piękne kryształy.

W powietrzu zwykle znajduje się pewna ilość siarkowodoru, gazu cuchnącego, składającego się, jak to już wiemy, z siarki i wodoru. Ten gaz nagryza z łatwością ołów, oddając mu swoją siarkę. Dlatego to przedmioty ołowiane prędko czernieją na powietrzu.

Drugim ważnym kruszcem ołowiu jest **spat ołowiany**, czyli **kruszec biały**. Z pozoru przypomina on wapień krystaliczny, ale jest od niego znacznie cięższy. Jest to związek ołowiu z tlenem i dwutlenkiem węgla, czyli węglan ołowiu. U nas pod Olkuszem znajduje się głównie **błyszcz ołowiany** i spat ołowiany, często jeden przy drugim.

Ołów metaliczny otrzymują z kruszców przez odpowiednie wytapianie. Najwięcej ołowiu dostarcza galena; przy wyprażaniu tego kruszczu siarka spala się, a pozostaje wolny ołów.

Każdy z metali, które rozpatrywaliśmy dotąd, posiada swoją wielką kartę w dziejach ludzkości. Miedź przed tysiącami lat dała nam materjał na broń i ozdoby, pozwoliła nam porzucić kamień i wznieść się na wyższy stopień rozwoju. Żelazo dotąd nadaje pracy ludzkiej tę wielką moc, która pozwala kruszyć skały, dobywać i obrabiać wielkie bogactwa ziemi, z wielką szybkością przebywać niezmierzone przestrzenie mórz i lądów. Ołów dostarcza nam od wielu wieków morderczych kul, a od pięciuset lat materjału na jeden z najważniejszych wynalazków — na czcionki drukarskie, zapomocą których światło wiedzy i uczucia, te najwyższe skarby ducha ludzkiego, rozchodzą się pośród miljonów.

XXI. Cyna.

Cyna jest tak podobna do ołowiu, że, nie znając jej dobrze, trudno ją od ołowiu odróżnić.

Oba te metale są srebrzysto-białe, błyszczące, miękkie, a przytem bardzo kowalne. Ale cyna jest bledsza od ołowiu, podobniejsza do srebra, na powietrzu prawie wcale się nie zmienia i od ołowiu jest twardsza. Można ją wprawdzie krajać nożem, lecz pisać na papierze nie możemy.

Dalej — cyna nie rozpuszcza się łatwo w kwasach, nie łączy się na zimno ani z tlenem powietrza, ani z innemi gazami. Na tej zasadzie, jak mówiliśmy przy miedzi, używamy cyny do pobielania naczyń miedzianych.

Żeby zrozumieć, jak się odbywa pobielanie, najlepiej zrobić to samemu. W tym celu kupmy kawałek cyny i proszku, zwanego salmjakiem.

Weźmy teraz w szczypce monetę miedzianą, ogrzejmy ją nad lampką i posypmy proszkiem salmjaku. Natychmiast zacznie się wydzielać biały dym, a potem ukażą się piękne fioletowe lub ciemno-granatowe płomyki. Będzie to palący się pewien związek salmjaku z miedzią: ulotni się on w ogniu, a przez to oczyści nam powierzchnię miedzi. O to właśnie chodziło. Teraz prętem cynowym dotykamy rozgrzanej miedzi; cyna się topi — i tę roztopioną cynę rozmazujemy pakułami po górnej powierzchni monety. Roztopiona cyna przylega ściśle do miedzi i daje cynową pobiałę.

W taki sam lub podobny sposób druciarze pobielają garnki i rondle miedziane, powlekając ich wewnętrzną powierzchnię cyną, a przez to chronią od wytwarzania się trujących związków miedzi z pokarmami.

Drugą ważną własnością praktyczną cyny jest jej miękkość i kowalność. Pod działaniem silnych walców cyna spłaszcza się w cienkie blaszki, zwane papierem cynowym, czyli folgą cynową. Taką folgą cynową owijają sery zagraniczne, cukierki i czekoladę, ażeby je ustrzec od psucia się.

Trzecią własność cyny poznamy, robiąc następujące doświadczenie. Kawałek cyny połóżmy na łyżkę żelazną i trzymajmy na ogniu. Po paru lub kilku minutach cyna stopi się zupełnie na płyn srebrzysty, gęsty, przypominający roztopiony ołów, lecz bielszy. Na powierzchni tej cyny roztopionej, gorącej zaraz się zacznie tworzyć cienka warstewka żółtawa lub biała wa. Jest to związek cyny z tlenem powietrza. Odgarnąwszy tę warstewkę, znajdziemy pod spodem płyn czysty, mocno połyskujący: będzie to czysta cyna.

Wlejmy ostrożnie tę cynę do przygotowanej zawczasu formy, a po zastygnięciu otrzymamy doskonały odlew cynowy.

W ten sposób robią z cyny różne odlewy, jak: łyżki, miseczki, dzbanki, zabawki dziecinne i t. p.

Cyny roztopionej używa się także do lutowania, czyli spajania na gorąco żelaza, miedzi, mosiądzu.

Zanurzając ogrzane mocno arkusze blachy żelaznej w roztopioną cynę, powlekamy obie powierzchnie blachy warstewką cyny i otrzymujemy blachę żelazną białą, taką, jakiej blacharze używają na wyroby blaszane. Cyna stopiona z miedzią daje, jak wiemy, różne rodzaje bronzu.

Cyna wytapia się z kruszcu, zwanego **kasyterytem**. Jest to kamień barwy ciemnej, składający się z cyny i tlenu, a zatem podobny ze składu do tego kożuszka, który tworzy się na roztopionej cynie. W 100 kilogramach kasyterytu zawiera się $78^1/_2$ kilograma cyny i $21^1/_2$ kilograma tlenu. Kawałki tego kruszcu mieszają z węglem i mocno ogrzewają. Węgiel zabiera z kruszcu tlen, a wolna cyna pozostaje i odlewa się bądź w sztaby, bądź w pręty.

Z kopalni kruszcu cyny słyną w Europie: Anglja, Niemcy, Hiszpanja i Włochy. Obfite pokłady kruszcu cyny znajdują się też na wyspach południowo-wschodniej Azji oraz w Australji.

XXII. Cynk.

Drugim po cynie metalem podobnym do ołowiu jest cynk. Wspominaliśmy już o nim przy miedzi, gdyż właśnie cynk stopiony z miedzią daje mosiądz, śpiż i tombak.

Barwa cynku jest szara, taka sama, jak ołowiu, ale z lekkim odcieniem niebieskawym; jest on przytem od ołowiu lżejszy, a twardszy. Przeciwnie, niż ołów, cynk jest kruchy i po złamaniu wyraźnie ziarnisty, złożony z drobnych, błyszczących kryształów. Kuć i walcować cynk można tylko po ogrzaniu.

Cynk błyszczący, świeżo odlany lub odpolerowany, szybko traci połysk, pokrywając się białawą rdzą cynkową, powstałą z połączenia się cynku z tlenem powietrza. Nazywamy to utlenianiem się cynku.

Wrzucony do wodnego roztworu kwasu, np. solnego lub siarczanego, łączy się chciwie z niemi, wydzielając z nich drobne pęcherzyki wodoru Mówiąc o wodorze, podaliśmy taki właśnie sposób otrzymywania tego ciekawego gazu.

Spiłujmy kawałek cynku i otrzymane opiłki cynkowewrzućmy w płomień lampki spirytusowej. Będą się one paliły, dając białe płomyki. Dowodzi to, że cynk spala się, łącząc się z tlenem. Nad piecami, w których wytapia się cynk, w hutach widać zawsze białe dymki i płomienie, pochodzące ze spalenia się części cynku. Biały proszek, tworzący się przy tem, zowie się tlenkiem cynku i pod nazwą pudru cynkowego używa się w aptekach do zasypywania odparzeń skórnych, jako środek odkażający (dezynfekcyjny).

Cynk czysty używa się przeważnie na blachy do krycia dachów, na miary kwartowe i garncowe, na naczynia do mleka i t. p. Blacha cynkowa droższa jest, niż żelazna, ale mniej psuje się na powietrzu i nie potrzebuje malowania farbą olejną. To też przygotowują także blachę żelazną cynkowaną na powierzchni, to jest pokrytą cienką warstewką cynku.

W ogniu cynk, tak samo jak cyna i ołów, topi się, ale wymaga większego od nich gorąca. I z cynku robią różne odlewy, stapiając go w tym celu zwykle z innemi metalami.

Nadzwyczaj ważnem zastosowaniem cynku jest użycie jego na tak zwane płyty cynkowe do odbijania obrazków w książkach. Nie każdy wie, w jaki sposób w książkach i pismach drukują się obrazki.

Czasami używa się w tym celu drzewa bukszpanowego Na deseczce bukszpanowej, odpowiedniej wielkości i grubości, rysownik rysuje najpierw obrazek; potem rytownik zapomocą cienkich rylców (dłóteczek) wycina ten rysunek na drzewie tak, że wszystkie kreski rysunku pozostawia, a przerwy między niemi wybiera rylcem w drzewie. W taki sposób otrzymuje się na drzewie już nie narysowany, ale wycięty wypukło rysunek, jakby pieczątkę wypukłą rysunku. Nazywa się taka deseczka drzeworytem.

Drukarz wkłada drzeworyt w odpowiednie miejsce pomiędzy czcionki ołowiane, z których ułożone są wyrazy, a potem

razem to wszystko smaruje farbą i odbija na papierze. Ponieważ farba przylega tylko do kresek wypukłych, a w przerwach wgłębionych jej niema, przeto, stykając się z papierem, zostawia na nim czarny ślad, stanowiący odbicie rysunku.

Wszystko to jednak nie ma nic wspólnego z cynkiem.

Prawda. Ale można podobne płyty z rysunkami otrzymać i z cynku, tylko już nie przez rytowanie.

W tym celu z rysunku, czy z fotografji lub obrazu zdejmuje się najpierw fotografję na blasze cynkowej, powleczonej odpowiednią masą. Potem tę blachę cynkową polewa się kwasem. Kwas wygryza wszystkie jasne miejsca obrazu, a nie psuje miejsc ciemnych; więc miejsca ciemne wychodzą wypukło, tak samo jak w drzeworycie, i w taki sam sposób mogą być odbijane na papierze.

Płyta cynkowa, czyli cynkotyp, przedstawia tę wyższość nad drzeworytem, że zrobiona jest zapomocą fotografowania, a więc nie zmienia pierwotnego obrazu. Prócz tego można na cynku zrobić fotografję zmniejszoną lub powiększoną, jak po trzeba. Można, co chcę, wprost fotografować, a potem przenieść tę fotografję na cynk i zrobić płytę cynkową. Wszystkie prawie obrazy miast, budynków, wypadków, bitew i t. p. drukują się obecnie zapomocą takich właśnie płyt cynkowych.

Tak to przemyślny człowiek nietylko ołów, ale i cynk zmusił do służenia sprawie oświaty.

Z kruszców cynku najważniejsze są: sfaleryt i galman.

Sfaleryt zawiera cynk i siarkę, galman zaś składa się z cynku, tlenu i krzemionki; lecz galmanem również nazywamy często inny jeszcze kruszec cynku, mianowicie taki, który składa się z cynku, tlenu i dwutlenku węgla. W b. Królestwie Kongresowem, w ziemi Kieleckiej i Piotrkowskiej, znajdują się bogate pokłady galmanu, ciągnące się dalej na Śląsk.

XXIII. Srebro.

Są trzy metale, znane pod nazwą „szlachetnych“: srebro, złoto i platyna. Za cóż zasłużyły one na tak zaszczytny przydomek? co wspólnego mają ze szlachetnością?

To, że zawsze są jednakowo czyste, błyszczące, że nie czepia się ich żadna rdza, żadna śniedź; podobnie jak żadne zło nie czepia się prawdziwie szlachetnej duszy.

Pod tym względem najmniej szlachetne jest srebro, które nieco czernieje na powierzchni; szlachetniejsze jest złoto i platyna, zawsze jednakowo lśniące i piękne.

Srebro znamy wszyscy doskonale z pieniędzy srebrnych, lichtarzy kościelnych, pierścionków i innych ozdób. Nie jest to jednak srebro czyste, lecz sztuczny stop srebra z miedzią. Należy wiedzieć, że czyste srebro jest tak miękkie, jak cyna, nie możnaby więc z niego robić żadnych przedmiotów. Dla otrzymania metalu twardszego dodaje się właśnie miedzi. Najczęściej używa się stopu, w którym na 72 części czystego srebra przypadają 24 części miedzi, albo na 84 części srebra 12 części miedzi. Podobnie i złota nie używa się czystego, tylko stopionego z dodatkiem innych metali. Ilość złota lub srebra czystego, zawartego w danym stopie, nazywa się „próbą“ złota lub srebra. Przepisy prawne nakazują, aby na każdym przedmiocie, zrobionym ze srebra lub ze złota, była wybita owa „próba“.

Srebro jest metalem pięknej białej barwy, z mocnym połyskiem po odpolerowaniu. Od żelaza i miedzi cięższe, od cyny i ołowiu lżejsze. Kowalność i ciągliwość srebra jest bardzo znaczna: z łatwością więc rozpłaszcza się ono w blachy i wyciąga w cienkie druty, używane np. na hafty do ornatów i t. p.

Na powietrzu czernieje, gdy powietrze jest zanieczyszczone siarkowodorem, łatwo bowiem łączy się z siarką. Związek srebra z siarką jest ciałem czarnem. Nazywa się ono siarczkiem srebra.

Połóż kawałek siarki na pieniądzu srebrnym i ogrzej w płomieniu lampki. Siarka zacznie się palić, a na srebrze wystąpi czarna plama siarczku srebra. Nawet przy pocieraniu srebra siarką na zimno wytwarza się ten związek na powierzchni.

W miejscowościach kąpielowych, gdzie są wody siarczane, np. w Busku, Solcu, srebrne zegarki, łańcuszki i t. p. czernieją na powierzchni. Stare, długo leżące monety, łyżki i inne przedmioty srebrne zawsze są mniej lub więcej czarne.

Srebro łączy się nietylko z siarką. Daje ono związki i z innemi ciałami. Np. rozpuszczone w kwasie azotowym łączy się z azotem i tlenem tego kwasu i tworzy sól srebrną bezbarwną, zwaną azotanem srebra, kamieniem piekielnym, albo lapisem. Ten lapis w zatknięciu z wilgotną skórą wydziela z siebie srebro w postaci czarnego proszku, a jednocześnie daje kwas, który pali skórę. Dlatego skóra posmarowana lapisem szczypie i czernieje. Ponieważ ten kwas niszczy zarazki, przeto lapisu używa się często do przypalania ran, owrzodzeń, zapaleń ocznych i t. p.

Kupiwszy w aptece lapisu (najlepiej oprawionego w piórku), można z nim zrobić następujące ciekawe doświadczenie.

Wziąć dwie szklanki wody, — jedną zupełnie czystą, a w drugiej rozpuścić parę ziarnek soli. Teraz dotknąć lapisem najpierw wody czystej: woda nie zmieni się od lapisu, choć będzie się on w niej rozpuszczał, gdyż roztwór lapisu w wodzie jest bezbarwny. Dotknij potem lapisem wody z solą: natychmiast od lapisu zaczną się rozchodzić jakby smugi białawe, jakby obłoczki, będą rosnąć, powiększać się, zajmując całą szklankę.

Co się stało?

A oto srebro lapisu połączyło się z chlorem soli i dało nową sól srebrną (chlorek srebra), białą, nierozpuszczalną w wodzie.

I jeszcze jedno.

Skoro szklankę z tą białą solą srebrną zostawimy na świetle, zacznie ona ciemnieć, zrobi się fioletową. Pokazuje się z tego, że światło psuje chlorek srebra.

Mała to niby rzecz, a tymczasem na tej własności soli srebra opiera się cała sztuka fotograficzna.

Wiadomo jaka to ciekawa rzecz fotografja.

Stanisz naprost jakiejś skrzyneczki, fotograf coś przytyknie i po niejakim czasie oddaje ci na kartce papierowej twoją foto-

grafję, podobniuteńką tak, że niczem malowankal. Każdy włosek, każdą brodawkę na nosie ci znać, czy się śmiałeś przy fotografowaniu, czyś się skrzywił, wszystko dakładnie wyjdzie na papierku.

Nie mogę tutaj długo opowiadać, jak się to wszystko robi, ale mniej więcej jest tak.

Na przodzie skrzynki znajduje się szkło wypukłe, które ma tę własność, że światło, odbijające się od człowieka czy innego przedmiotu, przeszedłszy przez to szkiełko, daje po drugiej stronie malutki odwrócony obrazek tego przedmiotu. Z tyłu skrzynki fotograf zakłada ostrożnie szybkę, na której ten obrazek powinien się odbić. Ale ta szybka jest posmarowana solą srebrną. Gdy więc światło padnie na tę srebrną powłokę, działa na nią w miejscach jasnych bardziej, w ciemnych mniej — a tak daje na tej szybce czarny obrazek fotograficzny przedmiotu. To się nazywa „kliszą fotograficzną". Taką kliszę płóczą w wodzie, maczają w różnych płynach, żeby się utrwaliła i nie psuła już od światła.

Potem nakładają tę kliszę na papier, pokryty także masą z soli srebrnych, i znowu wystawiają na światło. Przechodząc przez ciemne i jasne miejsca kliszy, światło znów odpowiednio rozkłada srebrną sól na papierze i daje na nim ten sam obrazek, jaki był sfotografowany na kliszy.

Obrazek, czyli podobiznę na papierze, znów trzeba utrwalić, wysuszyć i przylepić na twardym papierku — i fotografja gotowa.

A cóż pozwoliło tę fotografję otrzymać?

Sól srebrna, która rozkłada się i czernieje od światła.

Zastanowiwszy się, ile usług sztuka fotograficzna oddaje ludzkości, prawdziwą wdzięczność czuć będziemy za ten skarb prawdziwy, jakim jest srebro. Mnie się wydaje, że niczem są wszystkie srebrne pieniądze i ozdoby w porównaniu z tą jedną wielką usługą, jaką srebro oddaje nam w fotografji.

W przyrodzie srebro znajdujemy i zupełnie wolne, czyli rodzime, i rozmaite kruszce srebra.

Srebro rodzime przedstawia zazwyczaj żyłki rozgałęzione lub krzaczkowate bryłki, składające się z drobnych kryształków,

albo też ziarna prawidłowego kształtu. Samorodki srebra zwykle są drobne, ale zdarzają się i duże masy. Tak, w górach norweskich znajdowano bryły czystego srebra ważące do 50 kilogramów.

Najczęściej srebro rodzime i kruszce srebra spotykają się w żyłach kwarcu w granitach i tym podobnych skałach, które nigdyś stanowiły roztopioną część skorupy ziemskiej. Prawdopodobnie wiele srebra znajduje się w rozpalonem wnętrzu ziemi wraz ze złotem, żelazem i innemi ciężkiemi metalami.

Najważniejszym i najlepszym kruszcem srebra jest **argentyt**: związek srebra z siarką. Wytapia się z niego srebro przez wyprażanie w ogniu, przy czem siarka spala się i ulatnia, a srebro pozostaje.

Pospolicie kruszce srebra towarzyszą kruszcom ołowiu, tak że z tego samego kruszcu można otrzymać srebro i ołów. Tak jest u nas w kopalniach olkuskich, skąd dawniej otrzymywano srebro krajowe.

Najwięcej srebra dostarczają obecnie Stany Zjednoczone Ameryki Północnej. W Europie znajduje się ono w Niemczech, na Węgrzech, w Norwegji i w górach Kaukaskich.

XXIV. Złoto i platyna.

Najpiękniejszym metalem jest **złoto**. Jest ono dość rzadkie. A że przytem na powietrzu się nie zmienia, przeto od najdawniejszych czasów ludzie używają złota jako metalu na zasadnicze pieniądze. Innemi słowy, wartość i cenę wszelkich rzeczy, a przedewszystkiem wartość banknotów, t. j. pieniędzy papierowych, oznaczamy ilością złota, jaką za nie otrzymujemy. Używamy złota nietylko na pieniądze, ale i na ozdoby lub przedmioty drogie.

Czystego złota nikt u nas prócz jubilerów, wyrabiających złote kosztowności, w ręku nie miewa; przedmioty złote zrobione są zwykle ze stopu złota z miedzią, która miękkiemu z natury złotu nadaje pożądaną twardość.

Złoto czyste jest metalem żółtym, mocno błyszczącym, cięższym od ołowiu. Zadziwiająca prawdziwie jest kowalność i ciągliwość złota. Można otrzymać blaszki złota takie cienkie, że na grubość $2^1/_2$ centymetra zmieściłoby się ich 200 tysięcy. Z czterech gramów złota można przy pewnej umiejętności i odpowiednich machinach wyciągnąć cieniutki drucik, raczej włosek, mający 10 kilometrów długości.

Z nadzwyczajnej kowalności złota korzystamy, rozpłaszczając je w cieniutkie blaszki, służące do pozłacania ram, ołtarzy, do wytłaczania liter złoconych na książkach i t. p.

Na powietrzu złoto się nie zmienia; z innemi ciałami łączy się bardzo trudno.

W ogniu topi się dopiero przy gorącu wynoszącem 1064 stopnie. Doskonale odlewa się w formach, daje się rzeźbić i polerować.

Pomimo że złoto spotyka się rzadko na ziemi, znane jest już ludziom od niepamiętnych czasów. Niekiedy w starych grobowcach znajdujemy ozdoby złote obok narzędzi kamiennych, któremi je obrabiano. Było więc złoto znane już w czasach kamiennych rozwoju ludzkości. Tak samo spotykano je u najrozmaitszych ludów dzikich. Tłumaczy się to błyskotliwością złota, która musiała oddawna zwrócić na nie uwagę ludzi; przecież nawet niektóre ptaki lubią i zbierają świecidełka.

Starożytni Egipcjanie używali złota, które czerpali z piasków rzeki Nilu. Grecy i Rzymianie chętnie zdobili się złotem. Hiszpanie, przybywszy z Kolumbem do wysp dzisiejszej Ameryki Środkowej, z podziwem ujrzeli u nagich krajowców złote kolczyki i bransolety na rękach i nogach. Obudziło to w nich taką chciwość, że dla zdobycia złota wymordowali tysiące czerwonoskórych Indjan, zburzyli ich miasta i państwa.

Ameryka okazała się rzeczywiście krainą złotodajną. W wieku 17-ym w kraju amerykańskim, zwanym Kalifornją, w posiadłości niejakiego kapitana Suttera, odkryto przypadkiem złoto. Na wieść o tem tysiące ludzi, poszukujących łatwego zbogacenia się, rzuciło się z całej ziemi do Kalifornji. Włóczęgi, zbrodniarze zbiegli z więzień i różni awanturnicy zapełnili Kalifornję. Chciwość i szał ogarnęły poszukiwaczy złota. Jak

psy zgłodniałe, rzucili się na bogactwo ziemi, — i jak psy żarli się, mordowali wzajem o każdą grudkę złotego kruszcu.

Taka sama „gorączka złota“ powtórzyła się potem jeszcze raz w Kalifornji w wieku 19-ym, a potem w połowie 19 go, gdy rodak nasz Strzelecki odkrył złoto w górach Australji.

O odkryciu złota w Karolinie Północnej, kraju również amerykańskim, opowiadają następującą historję.

Pewien żołnierz angielski, nazwiskiem Rejd, przeskrobawszy coś, uciekł z rodziną do Karoliny Północnej i tutaj osiadł w zapadłym kącie, gdzie go dosięgnąć nie mogła ręka władzy. Smutnie płynęło życie rodzinie Rejda: bieda, osamotnienie dokuczały mu strasznie.

Jednego razu dzieci przyniosły duży kamień żółtej barwy, który znalazły w rzece, i pokazały go ojcu. Rejd obejrzał kamień i wyrzucił go za drzwi. Potem żona jego wzięła ten kamień i użyła go do podpierania drzwi chaty, gdzie przeleżał lat kilka. Aż kiedyś przybył w odwiedziny sąsiad daleki. Zobaczywszy duży kamień, powiedział, że to musi być jakiś metal, i radził zapytać o niego w mieście. Rejd zbierał się to zrobić, ale jeszcze minęły 3 lata, zanim zaniósł ten kamień do miasta, do jubilera. Ten obejrzał kamień uważnie i zapytał, czyby go nie sprzedał.]

— Owszem — odpowiedział Rejd.

Targ w targ, — uradowany, sprzedał kamień za kwotę niewielką, coś około 15 złotych.

A tymczasem był to kawał złota, ważący około sześciu kilogramów. Taka ilość złota w owe czasy przedstawiała wartość około dwudziestu tysięcy złotych. Tak to niecny handlarz oszukał biednego, nie znającego się na rzeczy kolonistę.

Dziś najwięcej złota dostarcza Australja; po niej Afryka południowa (Transwal); potem idą różne kraje Ameryki, szczególniej Stany Zjednoczone i Brazylja; wreszcie Indje azjatyckie i Syberja. W Europie złota jest mało, najwięcej w Rosji, w górach Uralskich. Kopie się jednak na Węgrzech, w Czechach i gdzieniegdzie w Niemczech. U nas jest nieco złota w piaskach rzecznych, szczególniej w Wiśle — ale tak mało, że w żaden sposób nie opłaciłoby się go wydobywać.

Kruszce złota, t. j. minerały zawierające złoto chemicznie złączone z innemi ciałami, są wielką rzadkością. Złoto w przyrodzie znajduje się przeważnie w stanie rodzimym, t. j. wolne, zanieczyszczone tylko nieco srebrem, platyną, miedzią, żelazem i innemi metalami.

Rys. 91. Żyły kwarcu złotonośnego.

Są dwa rodzaje miejscowości, w których znajdujemy złoto. Jeden rodzaj to rumowiska skalne, a więc żwiry, piaski rzeczne i t. p.

Drugi rodzaj to góry, złożone z granitów i innych skał, niegdyś roztopionych siłą ognia wewnętrznego ziemi, a potem zastygłych. Często przez skałę taką przebiegają rozgałęzione żyły kwarcu, a w nim mieszczą się bądź żyłeczki, bądź ziarna złota. (Rys. 91).

Nic jednak trwałego pod słońcem. Najtwardsze skały z czasem wietrzeją i kruszą się, a ich odłamy dają rumowiska skalne. Rumowiska te porywa woda, rozbija dalej na drobniejsze ziarna, z których układają się warstwy żwirów, piasków i glin. Jeżeli to rumowisko pochodzi z gór złotodajnych, to oczywiście wśród ziarn żwiru i piasku znaleźć się tam muszą ziarnka i blaszki złota. Dlatego to złoto bywa często w żwirach i piaskach rzek, płynących z gór złotonośnych — jak to widzimy np. w rzekach Syberji i Ameryki Północnej.

Samorodki złota zwykle bywają drobne, wielkości ziarn piasku lub mniejsze. Ale niekiedy zdarzają się prawdziwie olbrzymie bryły złota rodzimego. Raz w Australji znaleziono bryłę złota ważącą 50 kilogramów; inna ważyła 70 kilogramów; jeszcze inna ważyła 100 kilogramów. Są to ilości, których wartość stanowi krocie. Cóż dziwnego, że zaciekli poszukiwacze złota całe życie nieraz poświęcali na kopanie, w złudnej nadziei, że uda im się natrafić na taką drogocenną bryłę.

Najprostszy sposób wydobywania złota polega na przepło-

kiwaniu żwirów i piasków, w których się znajdują ziarnka i blaszki złote.

Robotę powyższą przedstawia poniższy rysunek Chińczyków, pracujących w kopalni złota. (Rys. 92).

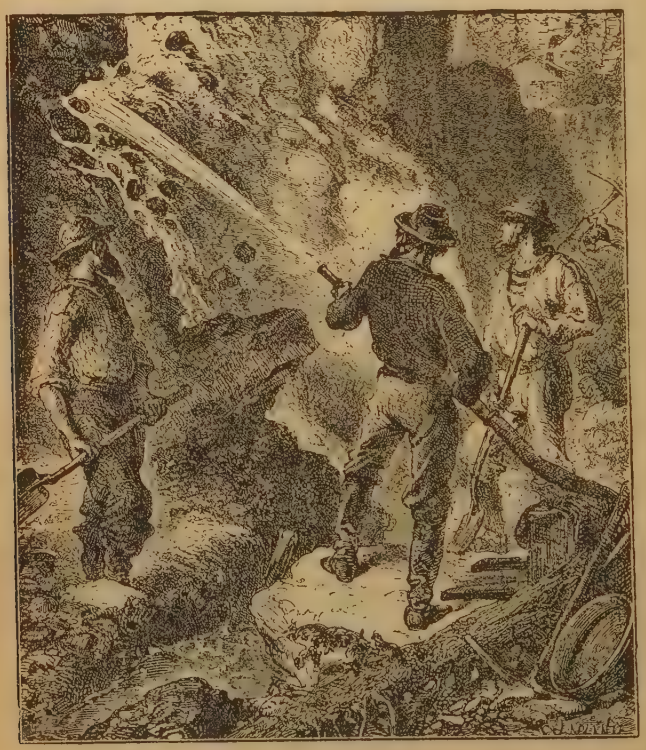
Oto jeden kilofem kopie piasek złotonośny, który inni

Rys. 92.

w taczkach lub kubłach przenoszą do płóczki. Składa się ona ze skrzynki drewnianej z dnem podobnem do sita, ustawionej na drugiej, jakby na korycie. Do sita sypie się ziemię złotonośną i na to leje się wodę, która płynie dalej korytem. Dno koryta wysłane jest flanelą. Prąd wody, przechodzący przez sito, unosi ze sobą drobne ziarnka piasku i złota, a na sicie pozostają bryły nie zawierające złota. Chińczyk stojący z boku opróżnia właśnie z tych brył sito jednej płóczki.

A gdzie zostaje złoto?

Ziarnka i blaszki złote, jako cięższe kilkakrotnie od piasku, nie dają się unieść prądowi wody, lecz opadają i zbierają się na dnie koryta, gdzie więzną wśród włosów flaneli. Stamtąd zbierają je bezpośrednio, lub najprzód spalają flanelę i z popiołu wybierają błyszczące ziarnka złota.



Rys. 93.

W kopalniach złota, prowadzonych na większą stopę, praca jest oczywiście bardziej złożona.

Rumowisko skalne przedewszystkiem podlega zmieleniu w ogromnych żarnach mechanicznych, żeby nie zostało w dużych bryłach ziarn złota.

Płóczki są olbrzymie, składają się z licznych skrzyń, przez

które przechodzi bystry prąd wody, doprowadzany zwykle korytami z wodospadów górskich. Po wielokrotnem przepłókaniu piasku, po przepłynięciu jego przez długie koryta pochylone, dopiero wyjmują z ich dna flanelę i wypalają ziarnka złota.

Ile to pracy kosztuje, dość powiedzieć, że na otrzymanie kilku gramów złota trzeba przepłókać nieraz kilkaset kilogramów ziemi.

W górach, gdzie są żyły złotonośne, ale niema jeszcze rumowiska, trzeba je sztucznie zrobić. W tym celu rozmiękczają skałę, puszczając na nią przez długi czas mocne strumienie wody; potem rozsadzają ją, wyłamują i dopiero otrzymane tą drogą okruchy mielą i przepłókują, jak poprzednio. (Rys. 93).

Otrzymany piasek złoty waży się, a potem stapia w sztaby, które idą do skarbu państwa. Skarb państwa kupuje złoto od właściciela kopalni, oczyszcza je od domieszek, stapia z określoną ilością innego metalu, bije z niego monety, lub sprzedaje złoto jubilerowi i złotnikowi.

Złoto niewątpliwie jest cennym metalem, ale pożytek z niego jest dość ograniczony. Prócz pieniędzy i ozdób, które równie dobrze możnaby wyrabiać z czego innego, złoto służy tylko do pozłacania różnych przedmiotów, na plomby, czyli łaty do dziurawych, zepsutych zębów, a poczęści i w fotografji do utrwalania odbitek na papierze. W żadnym razie pożytek złota nie da się nawet porównać z tym, jaki mamy z żelaza lub miedzi. Gdyby nagle zabrakło na ziemi żelaza, ludzkość musiałaby się o tysiące lat cofnąć w rozwoju; brak złota wywołałby tylko przemijające trudności.

To też trzeba przyznać słuszność zdaniu, że żelazo jest stokroć droższe od złota.

Platynę mało kto widział, gdyż metal ten używa się rzadko, a przytem jest bardzo drogi, obecnie znacznie droższy od złota.

Platyna wygląda bardzo niepozornie. Podobna jest do srebra, tylko jest nieco ciemniejsza: jak gdyby szaro-ołowiana.

Równie jak złoto, jest bardzo ciężka. Złoto jest od wody cięższe 19 razy, a platyna aż 22 razy. Platyna jest bardzo kowalna i ciągliwa; topi się w ogniu jeszcze trudniej od złota, dopiero w temperaturze 1770 stopni. Na tej trudnej topliwości polega główny pożytek platyny, oraz na tem, że kwasy na nią nie działają, i wogóle na tem, że nie łączy się ona z wielonr ciałami ani w zimnie, ani w mocnym nawet żarze. Wyrabia z niej małe tygielki do dokładnych doświadczeń naukowych, robią druciki do lampek elektrycznych, do prób chemicznych i t. p. Używają jej także do plombowania zepsutych zębów.

Kopie się w Ameryce Południowej i w Rosji na Ural.

XXV. Rtęć i inne metale.

Parę razy w ciągu tych wykładów zdarzało się nam wspomnieć o rtęci. Zresztą każdy, kto się przyglądał uważnie termometrowi, widział, że zbiornik i rurka jego napełnione są srebrzystą cieczą. Ta ciecz właśnie przy ogrzaniu rozszerza się i podnosi w rurce ciepłomierza, a przy oziębianiu kurczy się.

Cieczą tą jest rtęć, zwana inaczej żywem srebrem albo merkurjuszem.

Nazwa merkurjusz pozostała temu ciału z dawnych czasów, kiedy nadawano metalom nazwy bogów rzymskich; wtedy ołów zwał się Saturnem, a rtęć Merkurym. Żywem srebrem zowią tę ciecz dlatego, że gdy ją wylać na stół, czy na talerz, to rozbija się na drobne kuleczki, które za lada popchnięciem żywo posuwają się naprzód.

Pod wielu względami rtęć jest ciałem zajmującem.

Najpierw, jest to metal w stanie ciekłym, jakby był roztopiony, choć nie jest wcale gorący. Tymczasem inne metale trzeba bardzo dobrze ogrzewać, żeby się roztopiły. Można jednak i rtęć zmusić do skrzepnięcia, do przybrania stanu stałego: trzeba ją tylko oziębić do 40 stopni niżej zera. Takiego zimna u nas nie bywa; ale w okolicach podbiegunowych bywają mrozy, przechodzące nawet 50 stopni. To też tam rtęć

marznie i przedstawia się jako ciało stałe, podobne do ołowiu. Można także rtęć zmarzniętą kuć młotem, piłować, jak każdy inny metal. Ale skoro ją wnieść do izby, żeby się nieco ogrzała, to natychmiast znowu topnieje.

Rtęć jest bardzo ciężka. Szklanka rtęci waży tyle, co 13 i pół takich samych szklanek wody. Jeśli wlać rtęci do wody, to opada na dół, a w wodzie się nie rozpuszcza.

Z niektóremi ciałami łączy się, dając różne ważne związki.

Tak z chlorem rtęć tworzy kalomel i sublimat. Są to białe proszki, używane na lekarstwo. Z nich sublimat jest bardzo gwałtowną trucizną i w rozcieńczeniu z wodą używa się do odkażania narzędzi operacyjnych, do płókań i obmywania przy ranach i chorobach zaraźliwych. Trzeba z nim jednak być bardzo ostrożnym, gdyż użyty do wewnątrz w dużej ilości sprowadza śmierć. Kalomel dają lekarze w chorobach kiszek.

Przy ogrzewaniu rtęci na powierzchni jej tworzy się czerwony proszek, który jest związkiem rtęci z tlenem powietrza.

Z siarką rtęć łączy się i daje czerwoną masę, używaną na farbę pod nazwą cynobru.

Bardzo ciekawie zachowuje się rtęć względem wielu metali. Na żelazo i stal nie działa; ale inne metale, jak miedź, cynę, ołów, złoto, srebro, rozpuszcza w sobie tak, jak woda rozpuszcza cukier. Taki roztwór metalu w rtęci zowiemy ortęcią albo amalgamatem.

Nalej do próbówki trochę rtęci, wrzuć w nią kawałek cyny i ogrzej. Cyna rozpuści się w rtęci i otrzymasz płyn gęsty zawierający rtęć i cynę. Wylej ten płyn na najstaranniej wyczyszczony i wytarty kawałek szyby i rozpłaszcz go drugą szybą, to przylgnie on ściśle do szkła i da lusterko. W podobny sposób robią się lustra. Ta masa srebrzysta, którą widać po drugiej stronie stłuczonego lusterka, jest cyną rozpuszczoną w rtęci i stwardniałą.

Okazuje się więc, że nasze lustra zawdzięczamy rtęci.

Z tej własności, że rtęć rozpuszcza w sobie inne metale korzystamy jeszcze przy otrzymywaniu złota i srebra z różnych skał. Mieszają okruchy tych skał z rtęcią. Wtedy rtęć rozpus

cza w sobie, dajmy na to, srebro. Potem roztwór ten ogrzewają, rtęć się ulatnia, a pozostaje samo srebro.

Używa się też rtęci z rozpuszczonem w niej złotem do pozłacania. Amalgamatem rtęci i złota powleka się przedmiot, np. mosiężny, a potem ogrzewa się go: rtęć się ulotni, a złoto pozostanie na przedmiocie.

Nie wspominaliśmy jeszcze, że rtęć można gotować tak, jak wodę. Doświadczenie to można zrobić, lecz bardzo ostrożnie, żeby nie oddychać parą rtęciową, jest ona bowiem mocno trująca.

Rtęć używa się do napełniania rurek termometrów, barometrów, alkoholometrów i innych przyrządów naukowych.

W przyrodzie znajdujemy rtęć w postaci kruszców rtęci i w stanie rodzimym, wolnym.

Wolna rtęć tworzy krople, a niekiedy zbiera się w szparach zagłębieniach skał, dając podziemne zbiorniki rtęci.

Najpospolitszym kruszcem rtęci jest cynober, masa ciemnoczerwona, ciężka, krucha. Przez mocne ogrzanie kruszec ten rozkłada się, tak że rtęć ulatnia się z niego i skrapla.

Rtęć nie należy do ciał pospolitych, to też jest droga.

W Europie kopalnie rtęci mamy w Hiszpanji i w Karyntji.

Prócz podanych wyżej najpospolitszych i najważniejszych metali, mamy jeszcze na ziemi mnóstwo innych. Niektóre z nich posiadają nawet pewne znaczenie praktyczne.

Nikiel, szaro-żółty, do srebra nieco podobny metal, służy na różne wyroby, jak naczynia kuchenne, oprawy do nożów, tabakierki, zegarki i t. p. Nie jest jednak tak trwały i ładny, jak srebro.

Glin, czyli aluminjum, przypomina cynk, od którego jednak jest lżejszy i mocniejszy, a nie tak kruchy. Wchodzi w skład zwyczajnej gliny, z której nie łatwo go wydzielić. Robią dziś z niego kubki, podstawki, lichtarze i inne rzeczy nieraz bardzo ładne.

Magnez wchodzi w skład ziemi marglowej. W małych ilo ściach znajduje się w roślinach. Sztucznie wydzielony ze swyc kruszców przedstawia metal srebrzysty, lekki, ale niezdatny n wyroby, gdyż jest łatwo palny. Magnez sprzedają w składac materjałów aptecznych w postaci wstążeczki lub drutu magne zowego. Kupcie łokieć wstążki magnezu, oderwijcie kawałek jeden koniec oprawcie w drewienko do trzymania, a do drugieg przytknijcie w ciemnym pokoju palącą się zapałkę. Magne zacznie się palić, wydając mocne, oślepiające, białe światło Światło płonącego magnezu ma taką moc, że przy niem możn robić fotografje, tak jak przy świetle słońca. Używają wię magnezu przy fotografowaniu w nocy, w ciemnym pokoju, w pod ziemiach.

Przypominacie sobie, że doświadczenia z paleniem magne zu używaliśmy dla wykrycia węgla w gazie węglowym, zawartyn w kolbie.

Palenie się magnezu jest jego łączeniem się z tlenem po wietrza; z tego łączenia się powstaje biały proszek, używany n lekarstwo pod nazwą magnezji.

XXXI. Zakończenie.

W rozdziałach powyższych rozpatrzyliśmy około pięćdzie sięciu najpospolitszych i najważniejszych ciał, wchodzących w skład naszej ziemi.

Przez badanie licznemi doświadczeniami tych różnych cia przekonaliśmy się, że niektóre z nich składały się z dwóch lub więcej ciał, zupełnie od nich odmiennych, złączonych, czyl związanych ze sobą chemicznie w ciało jednorodne. Naprzykład okazało się, że:

Woda składa się z tlenu i wodoru.
Dwutlenek węgla — z węgla i tlenu.
Kreda — z wapna, węgla i tlenu.
Siarkowodór — z wodoru i siarki.

Gips — z wapnia, siarki, tlenu i wodoru.
Sól kuchenna — z sodu i chloru.
Rdza żelazna — z żelaza, tlenu i wodoru.
Białko zwierzęce lub roślinne — z węgla, tlenu, azotu, wodoru, siarki i fosforu.

Otóż te ciała, które składają się z dwóch lub więcej ciał innych, zupełnie od nich odmiennych, zowią się ciałami złożonemi albo związkami chemicznemi.

Woda jest związkiem chemicznym wodoru i tlenu.
Kreda jest związkiem chemicznym wapnia, węgla i tlenu.
Białko jest związkiem chemicznym węgla, tlenu, azotu, wodoru, siarki i fosforu.

Dotąd już kilka razy mówiliśmy, że to a to ciało jest związane chemicznie z innem. Cóż to znaczy chemicznie? To znaczy, że dane ciała, łącząc się z sobą chemicznie, zatracają swoje własności i dają zupełnie nowe ciało, różniące się własnościami od tych ciał, z których powstało. Weźmy np. skład wody. Dowiedliśmy, że składa się ona z wodoru i tlenu. Wodór pali się, w tlenie żarzące się lub tlące ciała płoną z wydzieleniem mocnego światła i ciepła. Tymczasem woda ani się nie pali, ani nie podtrzymuje palenia. Dlaczego? Wytłumaczcie to sami.

Ale są i takie ciała, które składają się tylko same z siebie. Naprzykład:

Tlen składa się tylko z tlenu.
Wodór — tylko z wodoru.
Węgiel czysty — tylko z węgla.
Siarka — z siarki.
Azot — z azotu.
Fosfór — z fosforu.
Żelazo — tylko z żelaza.
Złoto — ze złota.
Rtęć — z rtęci.

Ciała takie, składające się z samych siebie, zowiemy ciałami prostemi, czyli pierwiastkami chemicznemi.

Wodór jest pierwiastkiem chemicznym.

Choćbyśmy używali jak najmocniejszego żaru lub najpotężniejszego prądu elektrycznego, nie zdołamy np. tlenu lub

innego pierwiastka chemicznego rozłożyć, to jest otrzymać zeń dwóch nowych ciał. Mówimy więc, że pierwiastki chemiczne są nierozkładne, a związki chemiczne zawsze możemy rozłożyć na składające je pierwiastki.

Węgiel, azot, siarka, żelazo są to pierwiastki chemiczne. Takich pierwiastków znamy dotąd około 80. Łącząc się z sobą chemicznie, te 80 pierwiastków dają liczne setki tysięcy związków, czyli ciał złożonych.

Jeżeli pierwiastki lub związki chemiczne zostaną zmieszane ze sobą bez połączenia się chemicznego, to wytworzą mieszaninę. Składowe części mieszaniny zachowują swoje własności. Zmieszajmy np. siarkę z pyłkiem żelaznym i przyjrzyjmy się mieszaninie przez szkło powiększające (lupę lub przez mikroskop), a zobaczymy tam oddzielne ziarnka siarki i oddzielne ziarnka żelaza. Siarka pozostała siarką, żelazo zaś żelazem.

Związki chemiczne można różnemi sposobami rozkładać na ich pierwiastki.

Tak, widzieliśmy, że woda siłą elektryczną rozkłada się na wodór i tlen.

Dwutlenek węgla przez palenie w nim magnezu rozkłada się na węgiel i tlen.

Żeleziak brunatny przez ogrzewanie z węglem daje wolne żelazo, tlenek węgla i wodę.

Naodwrót, pierwiastki można łączyć razem w związki.

Tak, przez palenie węgla w powietrzu węgiel łączy się chemicznie z tlenem powietrza i daje dwutlenek węgla.

Żelazo w wilgotnem powietrzu łączy się powoli z tlenem i wodą i daje rdzę.

Siarka przez palenie w tlenie łączy się z tlenem i daje duszący gaz siarkowy, czyli dwutlenek siarki.

Niezmiernie ciekawe i ważne dla ludzi są te różnorodne zjawiska łączenia się pierwiastków w związki chemiczne i rozkład związków na pierwiastki.

Jest cała nauka, która bada zjawiska łączenia się pierwiastków i rozkładu związków chemicznych. Zowie się ona chemją.

Uczeni zajmujący się tą nauką nazywają się chemikami.

Oni to, badając własności pierwiastków chemicznych i ich związków, poznali mnóstwo najskrytszych tajemnic przyrody, dotyczących ciał, które ją składają. A inni uczeni zastosowali zdobyte przez chemików wiadomości do życia praktycznego: do przemysłu górniczego i hutniczego, do rzemiosł, w fabrykach, malarstwie, rolnictwie, ogrodnictwie, do sztuki lekarskiej, fotografji i innych.

W książce niniejszej staraliśmy się podać drobną garść najważniejszych i najwięcej znaczenia mających wiadomości o własnościach i znaczeniu kilkudziesięciu najpospolitszych ciał otaczającej nas przyrody.

Zdaje nam się, że to, cośmy tutaj mówili, przydać się może także do lepszego rozumienia wielu zjawisk z życia roślin, zwierząt i ludzi.

WYDAWNICTWO IMIENIA M. BRZEZIŃSKIEGO.

O górach ziejących ogniem

CZYLI

WULKANACH,

O SPRAWIANYCH PRZEZ NIE KLĘSKACH I ICH PRZYCZYNACH.

ODCZYT Z OBRAZAMI NIKNĄCEMI.

NAPISAŁ

M. BRZEZIŃSKI.

Wydanie czwarte.

1920

SKŁADY GŁÓWNE:

WARSZAWA, KSIĘGARNIA POLSKA, WARECKA 15.

—— POZNAŃ, M. ARCT, PLAC WOLNOŚCI 7. ——

WILNO, KSIĘGARNIA STOW. NAUCZYC. POLSKIEGO

DRUK. KLAMKOWSKI I RAJSKI
WARSZAWA, NOWOGRODZKA 21

Gdybyśmy wyruszyli z Warszawy koleją Wiedeńską przez Częstochowę i Granicę i minąwszy Kraków, dojechali do Wiednia; gdybyśmy stamtąd udali się prosto na południowy zachód przez różne kraje; to po paru dniach prześlicznej drogi przez góry, rzeki i podziemne tunele znaleźlibyśmy się na ziemi włoskiej.

Piękny to kraj. Wysokie, śniegiem pokryte góry piętrzą się na jego północy; inne przerzynają go wzdłuż przez cały środek. Dwa morza błękitnemi falami oblewają go z trzech stron. W nizinach złocą się łany zbóż, zielenią się gaje fig, oliwek i pomarańcz; na zboczach gór wieszają się krzaki winogron, szumią słodkie kasztany i orzechy. A nad tem wszystkiem rozpościera się błękit nieba—wiecznie pogodny, uśmiechnięty słońcem, które przez cały rok darzy tę ziemię nieustanną prawie wiosną.

Nie brak też we Włoszech miast wielkich i sławnych, pełnych odwiecznych pamiątek. Tam leży kąpiąca się w wodach Wenecja, bogaty Medjolan i Florencja; tam leży Rzym—stolica ojca świętego, z najwspanialszemi w świecie kościołami i pałacami, ze zbiorami uczonych ksiąg, pięknych rzeźb i obrazów, ze zwaliskami gmachów, które broczyła niegdyś krew pierwszych męczenników chrześcijańskich.

Nie te jednak piękności i pamiątki Włoch zwrócą dziś naszą uwagę.

Na zachodniem wybrzeżu tego kraju nad obszerną zatoką morską leży jedno z najładniejszych miast włoskich — Neapol. Białe jego mury i wysokie wieże wyłaniają się szerokim łukiem nad błękitem wód; za niemi rozciągają się zielone pola i gaje,—

w dali na widnokręgu wznosi się wysoko śpiczasta góra ze ściętym wierzchołkiem, z którego, jak z olbrzymiego komina, dymią się białe opary.

Ta dymiąca góra — to Wezuwjusz, jedna z najciekawszych gór w Europie.

Od lat tysiąca jest ona już sławną po świecie. Znali ją ludzie i przedtem, lecz niczem nie zwracała ona ich uwagi. Istniało podanie, że niegdyś pod tą górą było ognisko, wyrzucające płomienie; ale potem nawet dymy przestały się unosić. Na urodzajnych jej zboczach pozakładano liczne winnice; u stóp jej pobudowały się wioski i miasta bogate, kwitnące, z murowanemi domami i pałacami, ze świątyniami bogów, sklepami, łaźniami, teatrami, zdobnemi w rzeźbione posągi i malowidła. Były to miasta: Herkulanum, Pompeja i Stabje.

I nagle okropna klęska zaskoczyła te szczęśliwe siedziby człowieka.

23-go sierpnia 79 roku po narodzeniu Chrystusa Pana, około godziny siódmej wieczorem, w okolicy Wezuwjusza rozległ się straszny huk podziemny, ziemia zadrżała, a z nad wierzchołka ukazała się chmura szara, nadzwyczajnej wielkości, oświecona językami ognia, buchającemi z głębi... Ciemność nocna w jednej chwili zaległa okolicę. Posypały się kłęby gorącego, duszącego popiołu i gromady kamieni. Wśród nieustannego huku leciały wysoko wielkie głazy i spadały z trzaskiem dokoła góry, która pękła przy wierzchołku, wylewając przez szczerby rozpaloną, płynną masę. Nagle zaczął padać ulewny deszcz, zajaśniały błyskawice, zahuczały pioruny. Strumienie wody, zmieszane z popiołem, utworzyły gęste, gorące błoto, które szalonym potokiem zlało się na nieszczęśliwe miasta, zatapiając ich domy i ulice, grzebiąc świątynie i pałace... Próżno przerażeni mieszkańcy próbowali ocalenia w ucieczce. Kogo nie zatopiły potoki błota, zasypały go popioły, zabiły kamienie, zadusiły gorące głazy.

Cztery dni trwał ten wybuch. Gdy się skończył, gdy opadły już chmury popiołów, oczom okolicznych mieszkańców ukazał się straszny widok: na miejscu dawnych pięknych miast rozciągała się jedna wielka pustynia błota i kamieni... Pompeja,

1. Neapol i Wezuwjusz.

Herkulanum i Stabje znikły, zagrzebane żywcem w olbrzymim grobie; wszelki ślad ich przepadł i pamięć o nich z czasem zaginęła.

2. Zburzenie miasta Pompei przez Wezuwjusz.

Blizko 18 wieków miasta te przeleżały nieznane pod ziemią. Wypadkiem zrąb muru, sterczący wśród skał, naprowadził ludzi na myśl robienia poszukiwań. Zaczęto kopać, znaleziono wyraźne ślady domów; lecz z powodu trudności wkrótce zarzu-

cono robotę. Dopiero przed półtorasta laty wzięto się nanowo do pracy i prowadzi się ją z największą pilnością aż dotąd.

I stała się rzecz niezmiernie ciekawa. Posuwając się ostro żnie i powoli, odkopywano kolejno dom za domem, ulicę z ulicą; oczyszczono starannie każdy załom, każdy kawałek muru

3. Trupy odnalezione po odkopaniu Pompei.

i oto dziś już znaczna część Pompei została odkopana. Ja zmartwychwstałe stoi przed nami to starożytne miasto, ze swoi wspaniałym rynkiem, ulicami, świątyniami, łaźniami, sklepar i warsztatami. W wielu domach znaleziono nietknięte izby z m

lowidłami, rzeźbami, sprzętami domowemi, narzędziami pracy, ozdobami ze złota, srebra i bronzu.

A w tych izbach, w warsztatach rzemieślniczych i łaźniach ujrzane szkielety ludzi, zaskoczonych nagle i uduszonych przy pracy lub zabawie. Tam piekarz leży obok łopaty, którą wkładał chleb do pieca; gdzieindziej widać kościotrup matki, otulającej sobą szkielet drobnej dzieciny...

Tysiące pamiątek starożytnej Pompei z przed ośmnastu wieków leżą przed nami otwarte, pozwalając nam widzieć i rozumieć jej życie. Zwiedzenie odkopanego miasta stanowi jedną z największych przyjemności wszystkich podróżników, którzy umyślnie w tym celu zjeżdżają do Neapolu.

Wybuch z roku 79 po Chrystusie po raz pierwszy pokazał ludziom, że Wezuwjusz jest wulkanem.

Cóż to jest wulkan?

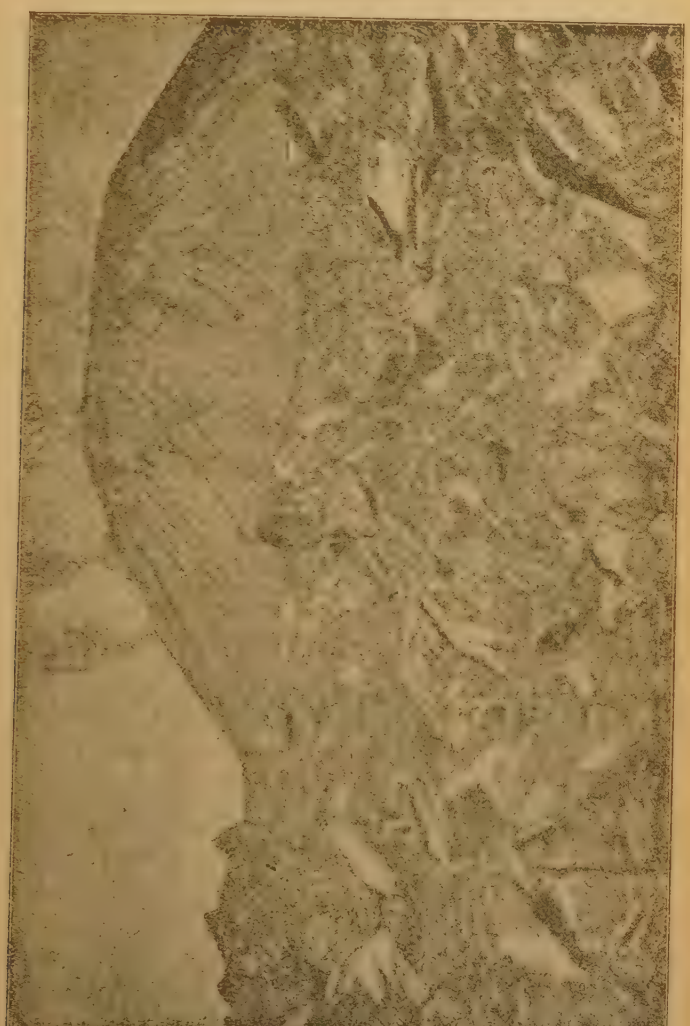
Jest to góra, zazwyczaj śpiczasta, z lejkowatem zagłębieniem na wierzchołku, od czasu do czasu wyrzucająca ze swego wnętrza rozpalone kamienie, popiół, parę wodną, błoto, ognistą, płynną masę kamienną i najrozmaitsze gazy. Zagłębienie, prowadzące do wnętrza wulkanu, zowie się jego kraterem; rozpalona masa nosi miano lawy.

Wydobywszy się z krateru, wszystkie te materjały wulkaniczne spadają dokoła wulkanu i stygną.

Cały wulkan zbudowany jest z takich właśnie zastygłych law, wulkanicznego błota i głazów, wyrzuconych różnemi czasy. Jedne z nich wydostały się niegdyś jeszcze, przed wielu wiekami, i te stanowią podstawę wulkanu; inne, świeższe, pokrywają grubą warstwą jego boki; najświeższe tworzą w samym kraterze istry stożek, niby wzgórze, jedno lub kilka — i z nich zwykle następują wybuchy.

Taką budowę posiada i Wezuwjusz. Cała ta góra, na kilometr przeszło wysoka, zbudowana jest z zastygłych law; z nich także utworzony jest pół kilometra szeroki półkolisty wał poszar-

pany, stanowiący brzeg starego krateru. Pośrodku wznosi się wysoki stożek, usypany ze świeżych popiołów i kamieni, z kraterem głównym, wyrzucającym kłęby dymów; z boku stożka głów-



4. Lawy zastygłe na Wezuwjuszu.

nego znajduje się parę stożków mniejszych, dymiących również i czynnych podczas wybuchu.

Boki góry utworzone są z law zastygłych najrozmaitszej postaci. Tu wyglądają one jak czarne kamienne potoki i kaskady; gdzieindziej wiją się w górę poszarpane, ostre, przeznięte głębokiemi szparami i rozpadlinami.

Góra pusta jest i bezludna. U stóp tylko na jej urodzajnych popiołach zielenią się winnice, a w pewnej odległości od krateru stoi wysoki gmach, w którym uczeni odbywają badania nad wybuchami. Koło tego gmachu, zwanego obserwatorjum, prowadzi droga do samego brzegu krateru.

Po opisanym wyżej wybuchu Wezuwjusz uspokoił się zupełnie. Nowy wybuch nastąpił dopiero w roku 203, trzeci — w 472 po narodzeniu Chrystusa Pana. Podczas ostatniego wybuchu popioły wulkaniczne, uniesione przez wiatr, doszły aż do Konstantynopola, dzisiejszej stolicy Turcji. Potem były wybuchy mniej więcej co 300 do 400 lat; musiały one być nieznaczne, gdyż wnętrze krateru porosło nawet starym lasem. Jednak były i groźniejsze. Raz z krateru wypłynęły potoki wrzącej lawy, zlewając się z gwałtownością w stronę morza; popioły wulkaniczne pokryły całe południowe Włochy; 3,000 ludzi zginęło podczas dwudniowego wybuchu, przeważnie uduszonych gazami wulkanu.

Odtąd w różnych odstępach było 15 wybuchów. W r. 1898 Wezuwjusz zaczął znowu wybuchać z wielką gwałtownością, a jeden z potoków lawy spływał prosto w stronę obserwatorjum. W kwietniu 1906 r. straszny kilkodniowy wybuch zasypał popiołem i kamieniami ulice kilku wiosek, zniszczył winnice, powodując śmierć wielu ludzi.

Pomimo niebezpieczeństwa, jakie grozi podczas wybuchu, znajdują się ludzie odważni, którzy starają się dotrzeć do brzegu krateru i do potoków gorącej jeszcze lawy. Masa ta kamienna, początkowo rozpalona, mająca do 1,000 stopni ciepła, prędko stygnie na powierzchni w twardy żuzel; w głębi długo jeszcze pozostaje płynną i tak gorącą, że po przebiciu twardej skorupy zewnętrznej z łatwością zapala kij drewniany. Lawa płynna, rozpalona wygląda jak roztopione żelazo lub szlaka, którą zlewamy z jego powierzchni przy wytapianiu z rudy. Zastygła lawa przedstawia kamień gąbczasty, dziurkowaty, połyskujący,

barwy szarej lub czarnej. Ma ona skład bardzo złożony, za wiera bowiem stopione razem najrozmaitsze ciała, lecz te same jakie w stanie twardym znajdujemy w skorupie ziemi.

Dla lepszego przedstawienia sobie, co to jest wybuch wu kanu, mamy rysunek wybuchu Wezuwjusza z r. 1822. Wida

5. Wybuch Wezuwjusza w r. 1822.

tutaj wulkan i jego stary krater. Pośrodku — świeży stoże wybuchowy, z którego wznosi się w górę potężny, na kilka kilo metrów wysoki słup dymu, pary i popiołów.

Gęsta chmura, utworzona z pary, która wydostała się z wu kanu, zlewa na boki jego potok deszczu; pioruny biją raz po ra

owiększając grozę wybuchu. A dalej, prawie u stóp szalejącej óry, widać nad morzem domy i ogrody Neapolu (rys. 5).

Wulkanów mniej lub więcej podobnych do Wezuwjusza ma- y na kuli ziemskiej przeszło 300; w samej Europie jest ich koło 20. Największym z wulkanów europejskich, bo 3 kilometry rzeszło wysokim, jest Etna na wyspie Sycylji, na południu Włoch. Jeszcze starożytne ludy Grecji i Rzymu wiedziały, że óra ta jest wulkanem; uważały ją nawet za jeden z kominów ielkiej kuźni podziemnej, gdzie bożek ich Wulkan, kulawy ko- al, miał pracować z pomocą olbrzymów, kując zbroje dla dziel- ych wojowników.

Od jego imienia wszystkie góry, ziejące ogniem, wulkanami postały nazwane.

Wybuchy Etny bywają często. Jeden z najgroźniejszych zda- ył się lat temu przeszło 200. Trwał on półczwarta miesiąca. owarzyszyły mu gwałtowne trzęsienia ziemi, które zburzyły liczne sie i jedno miasto. Utworzyła się wówczas olbrzymia, dwudzie- okilometrowa szpara, skąd wylatywały kamienie i popioły i spły- ły potoki lawy, niszcząc i paląc po drodze dwanaście wiosek. den z tych groźnych potoków skierował się zwolna prosto na iasto Katanję. Strach objął mieszkańców; zamknięto wrota, lawa parła się o nie, lecz przerwała mur miejski i zniszczyła znaczną ęść miasta.

Piękny, stale czynny wulkan stanowi wysepka Stromboli, żąca też w pobliżu Włoch. Wulkan ten nazywają „Latarnią orską", bo ciągle wieczorami i w nocy świeci. Wyspę tę za- jeszkuje półtorasta ludzi, przeważnie biednych rybaków, którzy m na wulkanie się porodzili, tam życie spędzają i pomimo ągłego niebezpieczeństwa kochają ten swój rodzinny zakątek, ważając go za najmilszy i najpiękniejszy na świecie.

Kilkanaście wulkanów mamy na wyspie Islandji, na półno- ym zachodzie Europy; z nich największe Hekla i Krabla wzno- ą swoje dymiące szczyty pośród wiecznych śniegów i nagich ał tej smutnej krainy. Pewien wulkan islandzki zasłynął z ol- zymich potoków lawy, jakie wyrzucił przed stu dwudziestu laty. den z nich miał 80, drugi 65 kilometrów długości; szerokość ich nosiła od 60 do 14 kilometrów, a grubość przewyższała 500

stóp. Cała okolica stała się pastwą ognia. Na kilkadziesiąt kilom trów wokoło pastwiska zostały zniszczone i zasypane żuzlam Powietrze było zakażone zabójczemi gazami; wiele ludzi i tysią sztuk bydła zginęło.

Czemże jednak są te góry europejskie w porównaniu z o brzymiemi wulkanami Afryki, Azji i Ameryki, mającemi po 6 i 7 kilometrów wysokości! Nie będziemy powtarzali ich naz dziwacznych—zaznaczamy tylko, że rozsiadły się one głównie p wybrzeżu wschodniej Azji, zachodniej Ameryki i na wyspac Australji, tworząc w ten sposób ogromny pierścień wulkaniczn dokoła oceanu Wielkiego.

Opowiemy o paru ciekawszych z tych wulkanów pozaeuro pejskich.

W Azji jedną z najbardziej wulkanicznych miejscowoś jest wyspa Jawa, leżąca na południowy wschód od główneg lądu. Rozkoszna ta wyspa odznacza się bujną roślinnością, m bogate plantacje kawy, trzciny cukrowej i ryżu.

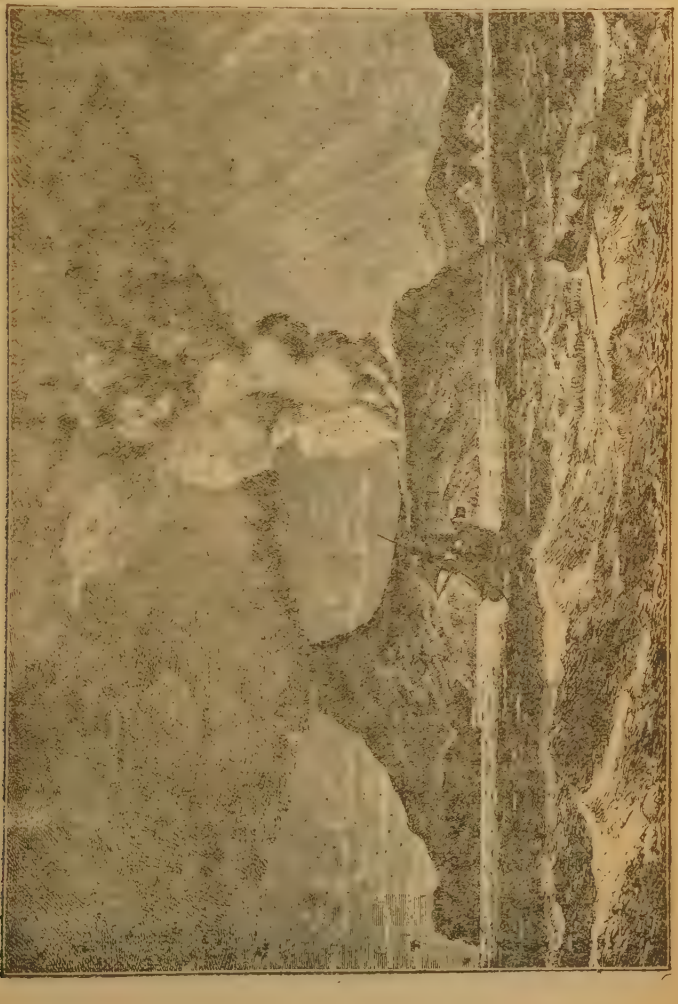
Na przestrzeni 150 mil posiada ona do 100 wulkanów z których trzydzieści prawie stale wybuchających. Jeden z nic znany jest szczególniej z wybuchu w roku 1833. Zatrząsł o całą wyspą; olbrzymia rzeka błotna nagle spłynęła z góry, nisz cząc wszystko po drodze; popioły i kamienie wylatywały z kr teru na znaczną wysokość. Wybuch powtórzył się po par dniach, grzebiąc 4,000 ofiar ludzkich. — A podobne ofiary zda rzają się na wyspie Jawie bądź z powodu wulkanów, bąd z przyczyny gazów często. Jest tam pewna miejscowość, zwar „Doliną zatrutą“ lub „Doliną śmierci“. Jeśli człowiek lub zwierz wejdzie niebacznie w tę straszną dolinę, jeśli ptak nizko na nią przeleci — natychmiast pada trupem, zaduszony zabójczym gazem, wydobywającym się z licznych szczelin ziemi. Cała „Do lina śmierci“ usiana jest kośćmi i szkieletami. Jest ona krate rem dawnego wulkanu, z którego wydobywa się gaz taki sam jaki często zabija ludzi w głębokich studniach i starych piwnicach

Jednym z najsłynniejszych był wybuch wulkanu na wyspie Krakatau, leżącej pomiędzy Jawą a sąsiednią Sumatrą. Wulkan Krakatau wybuchał jeszcze przed 200 laty, ale potem uspokoił się zupełnie. Dopiero w r. 1883 wybuchnął na nowo z nadzwyczajną siłą. 20-go maja z pewnego okrętu spostrzeżono wdali nad Krakatau słup dymu, wysoki na dwanaście kilometrów a jednocześnie zauważono, że cały pokład okrętu zasypany jest popiołem. Trwało to kilka dni. Zewsząd słyszano huki, spadł deszcz kamieni i popiołów. Potem jednak uspokoiło się wszystko aż do 26 sierpnia.

Dzień ten był piękny i jasny; nad wieczorem jednak, zaraz po zachodzie słońca, nastąpiła zupełna ciemność. Dały się słyszeć huki wulkanu, morze się wzburzyło i zatopiło kilka statków, inne rzuciło na brzegi. W paru miejscach fale wdarły się na ląd i zalały wiele wiosek. Spadły popioły i kamienie, tworząc warstwę na parę łokci grubą. Powietrze przesycone było elektrycznością; zamigotały błyskawice, na drągach i masztach okrętowych ukazały się ogniki elektryczne.

Nazajutrz rankiem rozjaśniło się nieco, ale zaraz potem zapanowała znowu ciemność, która trwała półtorej doby. I znów zaczęły się sypać kamienie i żuzle, a rozigrane bałwany zalały niższe pobrzeża sąsiednich lądów. Aż o godzinie 10-ej rozległ się straszny huk,—część góry Krakatau wyleciała w powietrze i runęła do morza... Wywołało to nową, jeszcze okropniejszą klęskę. Od upadku olbrzymiej masy góry w morze podniosła się nagle fala na 50 łokci wysoka i z wściekłością uderzyła na brzegi poblizkich wysp... Był to prawdziwy potop. Setki wsi i miast zostały w jednej chwili zniszczone, na paru wyspach cała ludność wyginęła. Jak daleko wdarła się fala na ląd, widać z tego, że na wyspie Sumatrze znaleziono po wybuchu okręt dwa kilometry od brzegu, osadzony na lądzie pośród drzew na wysokości 30 stóp nad poziomem morza. — 28-go sierpnia wybuch znacznie się uspokoił; zajaśniało słońce, ale jakiż obraz zniszczenia i śmierci oświeciło ono po tych paru dniach pełnych grozy! Brzegi wyspy Sumatry, dopiero co kwitnące najbujniejszą roślinnością, pokryte rozkosznemi wioskami — teraz martwe były i puste, zasypane grubą warstwą błota i kamieni. Chat

ani śladu, drzewa powyrywane z korzeniami; wszędzie zwalisk domów, trupy ludzi i zwierząt.



6. Wybuch wulkanu Krakatau w r. 1883.

Urzędowe sprawozdania podają liczbę ofiar tej klęski 1 4,000 osób; niewątpliwie było ich znacznie więcej.

Wybuch Krakatau ważny jest jeszcze z tego powodu, towarzyszyły mu inne ciekawe zjawiska.

Część wulkanu Krakatau, jakeśmy wspomnieli, wyleciała w powietrze, tak iż powierzchnia wyspy z 35 kilometrów kwadratowych zmiejszyła się do 10.

Wskutek przerwania się krateru aż do powierzchni morza, woda morska wpadła do wnętrza wulkanu, zetknęła się z rozpaloną lawą i nagle zmieniła się w olbrzymią ilość niesłychanie gorącej pary, która spowodowała główny wybuch.

Fala, powstała na morzu, była tak wielka i gwałtowna, że dała się odczuć na brzegach wszystkich oceanów, doszedłszy nawet do Europy.

Jednocześnie zaszły wielkie zaburzenia w powietrzu. W są siedztwie Krakatau dały się czuć gwałtowne huragany; po całym świecie zauważono niezwykłe wiatry i wiry powietrzne. Odgłosy wybuchu słychać było przeszło o trzy tysiące kilometrów dokoła.

Obliczają, że wulkan ten wyrzucił z głębi ziemi 20 kilometrów sześciennych masy mineralnej: popiołów, żuzli i kamieni, które w okolicy wulkanu usypały warstwę na 40 do 70 łokci grubą.

Prócz tego wybuch Krakatau sprowadził inne, nadzwyczaj dziwne zjawisko. Starsi z nas pamiętają dobrze, że właśnie od tego czasu przez długie miesiące codzień, parę godzin przed wschodem i po zachodzie słońca, widać było bardzo wysoko na niebie jakieś dziwne czerwone blaski, niby łuny olbrzymich pożarów, odbijające się w krwawych obłokach.

Były to w rzeczywistości obłoczki niesłychanie drobnego pyłu wulkanicznego, który Krakatau wyrzucił na wysokość — jak obliczono—36 kilometrów, i tam przez długi czas były one zawieszone nad ziemią. I tak samo, jak słońce długo po zachodzie oświeca jeszcze wierzchołki wysokich drzew i wież kościelnych, jak szczyty gór jaśnieją, niby pochodnie, przed wschodem i po zachodzie słońca, gdy na ziemi mrok panuje zupełny; tak te obłoczki pyłu, bujające na wielkich wysokościach, błyszczały czerwono, oświecane długo promieniami zaszłego za widnokrę-giem słońca.

Nie dość na tem. Unosząc się w powietrzu, pyłki te zmieniały barwę słońca: często wydawało się ono niebieskiem, zielonem, żółtem, srebrzystem, a nawet fijoletowem; księżyc widziano zielony.

7. Jezioro ognistej lawy na wulkanie Mauna-Loa.

Jak przez zapocone szyby lub przez mgłę gęstą świecące latarnie wydają się otoczonemi kręgami światła, — tak też wielkie kręgi świetlne, nawet tęczowe, uważano po tym wybuchu dokoła słońca i księżyca. Było to wskutek przechodzenia ich światła przez gęste tumany pyłu.

Nie tylko Azja szczycić się może wspaniałemi wulkanami; posiada je także Australja.

Zebrały się one tam głównie w dwóch miejscach: na wyspie Nowej Zelandji i na wyspach Hawajskich. Zajrzyjmy do tych ostatnich.

Jedna z nich, Hawai, posiada dwa wielkie wulkany, przeszło na 4 kilometry wysokie.

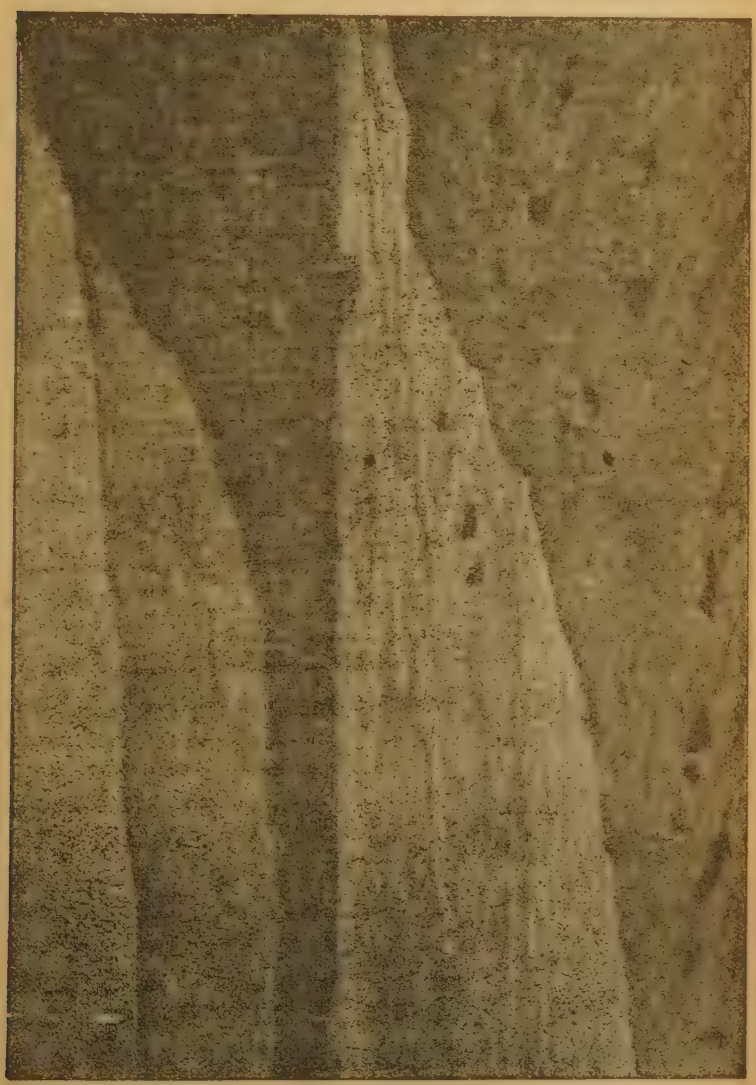
Szczególniej ciekawy jest wulkan Mauna-Loa — na stoku jego bowiem znajduje się boczny krater w postaci olbrzymiego zagłębienia, napełnionego roztopioną lawą. Jest to prawdziwe jezioro ognia, mające przeszło 10 kilometrów obwodu. W dzień w głębi jego widać światło; w nocy rozpalona ława błyszczy żywym ogniem, oświecając całą górę.

Pewien misjonarz amerykański tak opisuje swoją wycieczkę do tego wulkanicznego jeziora:

— „Zbliżyłem się do brzegu, o ile tylko wytrzymać mogłem gorąco, i stałem pośród popiołu, piasku, żuzli i kamieni, porozrzucanych dokoła na wszystkie strony. Ze straszliwej gardzieli coraz wybuchały z szumem i hukiem ogromne masy do czerwoności i do białości rozpalonej lawy. Chwilami huk zdawał się wydobywać głęboko z podziemi, jak z prawdziwego piekła; to znów przechodził w mruczenie i syczenie, kończące się ogłuszającym wybuchem, jakby salwą tysiąca armat. Roztopione masy lawy coraz wznosiły się w górę i opadały, rozbijając się na tysiące strumieni. Jedne z nich szły prosto w górę, inne opisywały łuki, wiły się jak ogniste węże, spadając miljonami iskier napowrót do krateru. A każda iskierka błyszczała jak najjaśniejsza gwiazda".

W nocy szczególniej obraz przewyższa wszystko, co sobie wystawić można. Potężne wytryski rozpalonej do białości lawy wznoszą się nieustannie w górę nakształt słupów, stożków i wie-

życ, tworząc przy spadaniu błyszczące kaskady; na powierzchn
wrzącej lawy kotłują się wysokie bałwany; przez jedną ze szczerb



8. Krowy i kozy, zalane przez błoto wulkaniczne.

l rateru rozpalona masa od czasu do czasu wylewa się, spływając ognistą rzeką po bokach góry.

Ten sam wulkan wyrzucał w różnych latach potoki lawy na kilkadziesiąt kilometrów długie, siejąc dokoła wielkie zniszczenie, paląc domy wiosek, jak snopy suchej słomy. Razu jednego (w roku 1868), już pod koniec wybuchu tego wulkanu, ziemia nagle pękła z hukiem i wyrzuciła olbrzymi wytrysk błota, który w jednej chwili zajął 5 kilometrów długości. Niedaleko miejsca pęknięcia stała chata drewniana jakiegoś tubylca: potok błota przeleciał ponad nią, spadł na ziemię o ćwierć kilometra dalej i dopiero rozlał się po dolinie rzeką błotnistą, na kilometr szeroką. Co się znalazło na jej drodze, zostało w jednej chwili zniszczone; tak naprzykład błoto zalało mnóstwo krów i kóz, które nie zdołały ujść przed tą szczególną rzeką.

Chwilę tę przedstawia nasz rysunek. Zdala widać bok góry Mauna Loa; w dolinie rzekę czarnego błota, z którego sterczą głowy zatopionych zwierząt.

Długo musielibyśmy mówić, chcąc opowiedzieć wszystkie ciekawe wypadki, jakie zdarzyły się różnemi czasy podczas wybuchu wulkanów. Ograniczymy się jeszcze na paru przykładach wulkanów podwodnych.

Żeglarze pływający po morzach widzieli nieraz, jak w pewnem miejscu morze zaczyna się wydymać, podnoszą się wielkie bałwany; dokoła pływają ugotowane ryby i inne morskie zwierzęta, wylatują z pod wody rozpalone żuzle i kamienie. Niekiedy wyłaniają się nagle z morza prawdziwe wyspy, usypane z wyrzuconych żuzli. Czasem takie wyspy pozostają na zawsze; zazwyczaj jednak po kilku miesiącach lub latach woda morska rozmywa sypki materjał, z którego zostały one zbudowane — i wysepki owe znikają w głębiach morza.

Tak się zdarzyło z wyspą Julją na morzu Śródziemnem.— 8 lipca 1831 roku pewien okręt włoski ujrzał nagle na czystem morzu słupy wody do 30 łokci wysokie, które wznosiły się i opadały w odstępach półgodzinnych. 10-go lipca ukazał się w tem miejscu słup wody do 40 łokci wysoki, szeroki na 1,400

9. Wybuch na wyspach Santoryńskich.

łokci; potem podniósł się słup pary przeszło na pół kilometra w górę. W parę dni potem morze pokryło się ciemnemi żuzlami, na powierzchni jego pływały martwe ryby, a nad wodą wznosiły się kłęby dymu, wydające w nocy mocne światło. W tydzień później z morza wyłoniła się ziejąca ogniem wysepka, mająca parę kilometrów obwodu.

Kilku uczonych zwiedziło nowoutworzoną wyspę. Nadano jej różne nazwy; Anglja i Włochy zaczęły prowadzić spór o jej posiadanie. Tymczasem wybuch się uspokoił; pod koniec października fale morskie wypłókały znaczną część wysepki, a w grudniu ostatecznie jej ślady zniknęły.

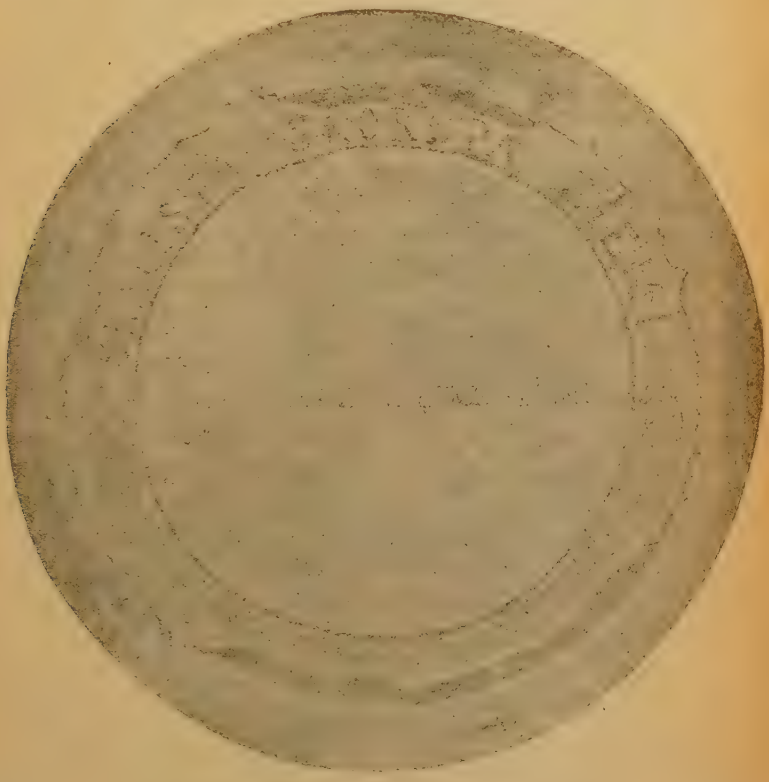
Zdarza się jednak, że wybuch podwodny wyrzuca nie sypkie popioły i kamienie, lecz płynne lawy; wtedy mogą one dać początek wulkanowi, który pozostanie na długo. Tak było np. na wyspach Santoryńskich w pobliżu Grecji. Składają się one z kilku wysepek, powstałych różnemi czasy wskutek wybuchów podwodnych. W oczach ludzkich tworzyły się one, rosły, łączyły się ze sobą — i istnieją po dziś dzień, dając w czasie wybuchów jeden z najpiękniejszych widoków.

Rysunek 9-ty przedstawia wybuch na Santorynie. Zdala widać główny stożek wybuchającego wulkanu. Dokoła słupy pary i popiołów, spadających z nieba na powierzchnię morza. Z boku okręt.

Wulkany, któreśmy opisywali dotąd, wybuchały mniej więcej stale, co pewien czas, i z pewnością nieraz jeszcze o wybuchach ich ludzie słyszeć będą. Takie wulkany nazywają się czynnemi. Jest jednak na ziemi wiele wulkanów, które już od bardzo dawna przestały wybuchać:—te noszą nazwę wygasłych. Znajdują się one we wszystkich częściach świata — i jest ich nawet więcej, niż wulkanów czynnych.

Jedna z grup takich wulkanów wygasłych leży w południowej Francji. Jest ich przeszło 40, ustawionych dwoma szeregami. Sam kształt ich stożkowaty, ucięty, z zaklęśnięciem na wierzchołku, odrazu pokazuje, że to są kratery wulkanów. Dowodów na to dostarcza materjał, z którego są one utworzone. Od najdawniejszych czasów nikt nie pamięta wybuchu tych gór, to też wszędzie na ich zboczach i pod niemi stoją chaty, rolnik spo-

kojnie orze ziemię, która niegdyś była rozpaloną lawą wulkaniczną. Niektóre z tych kraterów wypełniły wody deszczowe i potworzyły z nich obszerne jeziora o lejkowatych brzegach. Wulkanom wygasłym nigdy jednak nie można dowierzać. Zdarza się, że nagle wulkan uważany za wygasły zaczyna gwałtownie wybu-



10. Przekrój kuli ziemskiej; widać rozpalone wnętrze ziemi; na niem — skalistą skorupę z morzami; nad tem wszystkiem — powietrze.

chać, powodując straszne klęski. Tak było w r. 1899 z wulkanem Mont-Pelé na wyspie Martynice, w Ameryce Środkowej. Niespodziany wybuch tego wulkanu zniszczył wtedy całe miasto i przyprawił o śmierć kilkanaście tysięcy ludzi.

A teraz zadajmy sobie pytanie: jaka przyczyna wywołuje powstawanie wulkanów? Gdzie jest źródło tej siły, która objawia się z taką potęgą przy wybuchach?

Źródłem tem jest gorąco wnętrza ziemi.

Wiemy zapewne wszyscy, że ziemia jest olbrzymią kulą kamienną. Ale kula ta nie cała jest zbudowana z glin, piasków i twardych skał, jakie widzimy na jej powierzchni, Powiadają uczeni, że te twarde skały ciągną się w głąb ziemi zaledwie na mil 12 do 15, tworząc jej cienką, skalistą skorupę. Pod temi skałami zaś, w głębokości 845 mil do środka ziemi, ma się znajdować masa kamienna rozpalona, niesłychanie gorącą, wypełniająca prawdopodobnie całe wnętrze (rys. 10).

Jedni uczeni sądzą, że całe to jądro ziemi jest płynne, roztopione; inni przypuszczają, że pod naciskiem skorupy stwardniało ono zupełnie, choć jest bardzo gorące. Ale skoro tylko nacisk skorupy z jakiegobądź powodu w pewnem miejscu się zmniejszy, część rozpalonego jądra zmienia się raptownie w płyn i daje lawę.

To wewnętrzne rozpalone jądro ziemi musi oczywiście stygnąć i kurczyć się: przez to twarda skorupa nad niem łamie się i pęka w różnych miejscach, tworzą się w głębi tej skorupy szpary i przepaście. Jednocześnie zaś skorupa ta naciska na roztopioną lawę, zmuszając ją do podniesienia się w górę owemi szparami, pod któremi nacisk jest mniejszy.

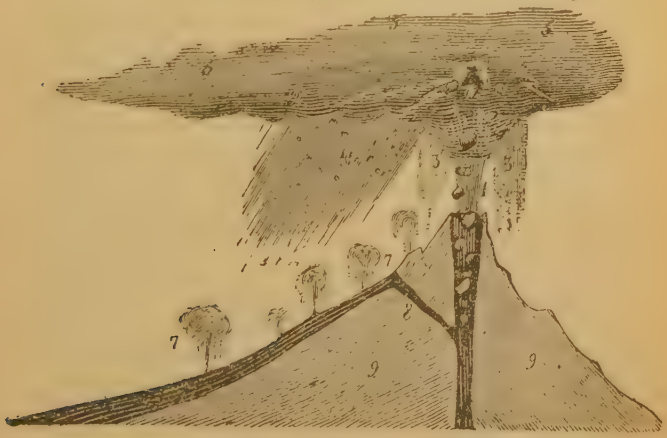
Jeśli nacisk skorupy jest słaby, a sama skorupa w pewnem miejscu jest gruba i mocna — rozpalone lawy zostają w głębi ziemi w szparach. Tam stygną one, dając te żyły i gniazda twardej lawy, nie dochodzące do powierzchni ziemi, jakie często spotykamy w skorupie ziemskiej pośród skał innych. Jeśli zaś nacisk lawy jest bardzo silny, a skorupa ziemi w tem miejscu jest słaba — przerywa się ona aż do powierzchni, następuje wypływ lawy na powierzchnię ziemi i tworzy się krater wulkanu. Dokoła krateru z law, kamieni i popiołów powstaje góra, rośnie przy każdym wybuchu i daje wkońcu wysoki wulkan.

Powstaniu wulkanu towarzyszy prawie zawsze gwałtowny wybuch, wyrzucanie kamieni, popiołów, pary wodnej i innych

gazów. Skąd się biorą te masy, wyrzucane przez wulkan? jaka siła wyrzuca je w górę?

Tłómaczy się to w następujący sposób.

Rozpalona lawa we wnętrzu ziemi zawiera rozpuszczone w sobie różne gazy. Póki naciska na nią skorupa ziemi, gazy te nie mogą się z tej masy wydostać. Gdy jednak wytworzy się szpara i nacisk skorupy się zmniejszy,—gazy, wydobywając się nagle z gwałtownością, rozsadzają zwierzchnie skały skorupy ziemskiej, kruszą je, miażdżą na kamienie i pył drobniutki i w tym stanie wyrzucają na niezmierną wysokość z krateru.—



11. Przekrój wulkanu.

Do tego dołącza się jeszcze działanie wody podziemnej, której żyły lawa musi po drodze spotykać: zetknąwszy się z lawą, mającą przeszło tysiąc stopni gorąca, woda raptownie zmienia się w parę o nadzwyczajnej sile — i tembardziej powiększa potęgę wybuchu.

Dla objaśnienia wybuchu gazów w wulkanie, przypomnijmy, co się dzieje z wodą sodową w syfonie. Ma ona w sobie dużo rozpuszczonego gazu. Póki kran jest zamknięty, gaz nie może wyjść, pomimo że z wielką siłą naciska na grube ścianki syfonu. Gdy jednak kran otworzymy i przez to zmniejszymy nacisk na wodę w syfonie — gaz wychodzi z wody gwałtownie,

burząc ją, wyrzucając daleko z syfonu i wyskakując z niej bąbelkami.

Coś podobnego dzieje się z gazami lawy, gdy natrafią na szparę, łączącą je z powierzchnią ziemi: wyswobadzają się raptownie wskutek zmniejszenia nacisku skorupy i wywołują wybuch.

O nadzwyczajnej sile pary wodnej dobrze wiemy wszyscy: widzimy jej potężne działanie w maszynach parowych; słyszeliśmy nieraz o tem, jak rozrywa ona grube kotły żelazne, skoro nie damy jej ujścia. Para z garnca wody, bardzo mocno ogrzana, zdolna jest rozsadzić duży kocioł żelazny.

Gdy więc w wulkanie połączy się siła uwięzionych w lawie gazów z potęgą powstającej nagle pary wodnej — następuje gwałtowne wysadzenie tej części skorupy, która znajduje się nad szparą podziemną, i powstaje wybuch.

To samo, co się dzieje przy powstawaniu wulkanu, zachodzi przy wybuchach wulkanów już istniejących. Tutaj jednak zazwyczaj gazy i para wyrzucają najpierw sypkie, a więc słabsze materjały, napełniające krater po dawnych wybuchach, i otwierają sobie znowu ujście przez krater. To tak, jak w butelce z fermentującem piwem: gaz przedewszystkiem wysadza zwykle korek z szyjki, jako słabszy od butelki, a potem piwo przez szyjkę się wydostaje.

Spojrzyjmy jeszcze na zamieszczony na str. 25 rysunek. Przedstawia on wulkan podczas wybuchu, przekrojony w myśli. Widać sam wulkan, w nim przekrojony krater; pośrodku stożek wybuchu świeżo usypany. Czarna kresa oznacza napełniony lawą kanał — szparę, łączącą krater z wnętrzem ziemi. Widać jeszcze kanał boczny, przez który wypływa lawa.

Nad wulkanem kłęby pary wodnej, w postaci wielkiej chmury; z chmury tej pada deszcz i biją pioruny. Z wnętrza krateru wylatują w górę żuzle, kamienie, popiół, para i różne gazy.

Przypomnijmy sobie w krótkości, o czem mówiliśmy w pogadance dzisiejszej.

Powiedzieliśmy, że w wielu miejscach na ziemi znajdują się wulkany. Są to góry stożkowate z kanałem, czyli kraterem prowadzącym w głąb ziemi.

12. Grota na pewnej wyspie szkockiej, utworzona z zastygłej starej lawy wulkanicznej, która popękała w sześcioboczne słupy.

Są wulkany czynne i wygasłe.

Z czynnych przytoczyliśmy: Wezuwjusz, Etnę, Strombol

vulkany na wyspie Jawie, wulkany Krakatau i Mauna-Loa. Wygasłe wskazaliśmy we Francji. Czynne wybuchają w różnych czasach, wyrzucając z wnętrza kamienie, żuzle gorące, popiół ciemny, parę wodną i inne gazy, — wylewają potoki lawy lub błota.

Wybuchowi wulkanu towarzyszy huk podziemny i trzęsienie ziemi; nad wulkanem z wyrzuconej i oziębionej w górze pary tworzy się chmura, z której pada deszcz i biją pioruny.

Z materjałów, wyrzuconych przez krater, powstaje stożek wulkanu, a w szerokim pasie dokoła niego tworzy się nadzwyczaj żyzna ziemia. Ilość wyrzuconych materjałów jest zwykle ogromna.

Siła wybuchu bywa olbrzymia: popioły i pary wylatują na kilka i kilkanaście kilometrów w górę, a wiatr roznosi je o setki mil daleko.

Przy wielkiej sile wybuchy wulkanów sprawiają niekiedy okropne klęski i zniszczenia: zasypują popiołem i zatapiają lawą lub błotem wsie i miasta, gubią tysiące ludzi; sprowadzają wylewy mórz na brzegi lądów; rozrywają skorupę, zmieniając układ jej skał i wygląd powierzchni lądów; dają początek nowym wyspom wulkanicznym, bądź czasowym, bądź stałym.

Przyczyn powstania wulkanów i ich wybuchów jest kilka.

1) Stygnięcie i kurczenie się rozpalonego jądra ziemi.

2) Załamywanie się i pękanie skorupy ziemskiej, oraz nacisk jej na rozpalone jądro.

3) Nagłe wyswobodzenie się gazów, rozpuszczonych w lawie, przy zmniejszeniu nacisku skorupy w tem miejscu, gdzie ta skorupa pęka.

4) Powstanie wielkiej ilości nadzwyczaj rozgrzanej, a więc niesłychanie prężnej pary przy zetknięciu się lawy z wodą podziemną.

Niegdyś, póki skorupa ziemi była cieńsza, wulkanów i kraterów było daleko więcej.

Niema takiej okolicy ziemi, gdziebyśmy nie znajdowali stałych i świeżych law i skał, których budowa i postać wyraźnie wskazują, że zostały one wyrzucone siłą podziemnego ognia. Często lawy te leżą kilkoma warstwami jedne na drugich; często

pokryte są grubą warstwą skał odmiennych, wapniaków, piaskowców, glin i t. d. Wielka ilość tych law dowodzi, że niegdy ziemia nasza była siedliskiem strasznych i częstych wybuchów.

I dziś jednak, chociaż wybuchy zdarzają się rzadziej, mogą powstawać nowe wulkany.

Brak czasu nie pozwala nam zająć się innemi jeszcze zjawiskami ziemskiemi, pochodzącemi też z działania wewnętrznego gorąca ziemi: należą do nich przedewszystkiem źródła i wytryski wody gorącej, czyli gejzery, oraz trzęsienia ziemi.

Nie mogąc nateraz bliżej opowiadać o tych nadzwyczaj ciekawych zjawiskach przyrody, o ich przyczynach i skutkach— odsyłamy ciekawych do obszerniejszych dziełek. Wiele bowiem można się dowiedzieć z ust ludzi, ale stokroć więcej nauczyć się możemy sami z książek. One są temi otwartemi skarbnicami z których czerpać może i powinien każdy, kto pragnie rozwinąć swój umysł i uszlachetnić duszę.

KONIEC.

Uwaga. Na zakończenie — więcej dla rozrywki, niż dla nauki—można z łatwością odtworzyć na małą skalę wybuch wulkanu na gipsowym modelu.

W tym celu, wziąwszy 8 do 10 funtów mąki gipsowej, należy zręcznie ulepić górę i stożek wybuchu; zrobić w nim niewielki krater. Powierzchnię tego sztucznego wulkanu posypać za świeża popiołem, piaskiem i kamykami.

Wnętrze krateru napełnić kawałkami węgla drzewnego, pomieszanemi np. z solą Bertholeta lub saletrą—i masę tę przy pomocy rozżarzonego drewienka zapalić. Wtedy nad kraterem ukażą się ognie, słychać będzie trzask; wysoko w górę polecą rozpalone kawałki węgla, iskry i dymy,—co w ciemnym pokoju da bardzo ładny widok, przypominający wybuch wulkanu.

Można też zamiast saletry nasypać do sztucznego krateru soli, zwanej azotanem chromu. Zapaliwszy ją rozżarzonym węgielkiem, otrzymamy piękny wybuch, a jednocześnie powstanie wielka ilość puszystego zielonawo-szarego popiołu (tlenku chromu), który obficie wysypywać się będzie z krateru.

SPIS RYSUNKÓW.

		St
1.	Neapol i Wezuwjusz	
2.	Zniszczenie przez Wezuwjusz miasta Pompei	
3.	Trupy, znalezione w Pompei	
4.	Lawy na zboczach Wezuwjusza	
5.	Wybuch Wezuwjusza w r. 1822	1
6,	Wybuch wulkanu Krakatau w r. 1883	1
7.	Jezioro lawy na wulkanie Mauna-Loa	1
8.	Zwierzęta zatopione przez błoto wulkaniczne.	1
9.	Wulkan na wyspie Santorynie	2
10.	Przekrój kuli ziemskiej	2
11.	Przekrój wulkanu.	2
12.	Grota wulkaniczna na pewnej wyspie szkockiej	2

Uwaga. Fotografje powyższych i innych wulkanów (krater Etny, Stron boli, lawa na Wezuwjuszu, wulkany na księżycu i t. d.), robione na szkle, d latarni magicznej, można dostać w składzie przyborów fotograficznych Szalay w Warszawie, Chmielna 40.